

Latvijas Ūniversitātes
Botaniskā Dārza Raksti

ACTA HORTI BOTANICI
UNIVERSITATIS LATVIENSIS

Red. N. MALTA

IX/X. s.

1934/35

Nr. 1/3 (IX).

Nr. 1/3 (X).

RĪGA

Latvijas Ūniversitātes Botaniskā Dārza Raksti

Anders.
L. O. Bolander inst.
Alberta 10 Rīgā.
Latvija.

Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis

IX/X

Red. N. MALTA

R ī g ā

1934/35

Armijas spiestuve, Rīgā, Muižas ielā Nr. 1.

Izdots 15. jūnijā, 1936. g.
Issued 15 th June, 1936.

S a t u r s .

Contents.

Apinis, Arv. and Lācis, L. Data on the Ecology of Bryophytes II. Acidity of the Substrata of Musci. Materiāli sūnu oikoloģijai II. Lapu sūnu substrātu aciditāte	1—100
Dambekalns, Zelma. On the Inheritance of Involucre Colour in <i>Helichrysum bracteatum</i> (Vent.) Willd. <i>Helichrysum bracteatum</i> (Vent.) Willd. vikala krāsas iedzimtība (Kopsavilkums). . .	227—233
Jansons, Edv. Über die Kreuz- und Selbstbefruchtung der Pflanzen. Ein blütenbiologischer Beitrag. Augu krustiskā apaugļošanās un pašapaugļošanās ziedu bioloģijā	143—226
Starcs, K. Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung und Formenkreise der Dicotyledonen Lettlands I. Salicaceae — Papaveraceae (incl.). Zīņojumi par Latvijas divdīgļlapaino augu izplatību un formām I. Salicaceae — Papaveraceae	101—142

Augu nosaukumu saraksts.

Index.

- Abutilon Avicennae 204.
 — Darwinii 185.
 — striatum 204.
 Achillea millefolium 4.
 Aconitum L. 101, 133.
 Aconitum cammarum L. 133.
 — var. bicolor Rchb. 133.
 — lasiostomum Rchb. 133.
 — Lycoctonum 159.
 — napellus Rchb. subsp. pyramidale (Mill.) 133.
 — vulparia Rchb. f. phthora Rchb. 133.
 — subsp. Thalianum (Wallr.) f. la-goctonum (Rchb.) 133.
 Acorus calamus 155, 157.
 Acrocladium cuspidatum (L.) Lindb. 4, 50, 67, 82, 83, 98.
 Actaea L. 133.
 Actaea spicata L. 133.
 Adenophora denticulata 204.
 Adonis aestivalis 169, 204.
 Agave vivipara 155.
 Agrostemma L. 127.
 — githago L. var. vulgare Aschers. et Graebn. 127.
 ——— f. nanum (Hartm.) Aschers. et Graebn. 127.
 Agrostis canina 4.
 Althaea filicifolia 204.
 Alyssum montanum 204.
 Amarantaceae 101, 121.
 Amarantus L. 121.
 — caudatus L. 121.
 — var. normalis Voss. 121.
 ——— f. luteus Voss. 121.
 ——— f. leucospermus Thell. 121.
 — subvar. tenuispicatus Thell. 121.
 ——— f. luteus Voss. 121.
 ——— f. leucospermus Thell. 121.
 — hybridus L. 121.
 — subsp. cruentus Thell. 121.
 — var. paniculatus Thell. 121.
 ——— f. cruentus Mog. 121.
 — lividus L. 121.
 — var. ascendens Thell. 121.
 Amarantus lividus L. var. ascendens Thell.
 — f. erectus Thell. 121.
 — retroflexus L. 121.
 — var. Delilei Thell. 121.
 — var. genuinus Thell. 121.
 Amblyodon dealbatus (Dicks.) Palis. 36, 64, 80.
 Amblystegiaceae 44, 45, 50, 66, 69, 86.
 Amblystegiella Sprucei (Bruch.) Loeske 44, 45, 66, 89.
 — subtilis (Hedw.) Loeske 44, 45, 66, 81.
 Amblystegium Juratzkanum Schimp. 44, 45, 66, 72.
 — fallax 3.
 — riparium (L.) Br. eur. 44, 66, 87.
 — serpens (L.) Br. eur. 44, 45, 66, 84, 85.
 — subtile 3.
 — varium (Hedw.) Lindb. 45, 66, 82, 83.
 Ambrosia 145.
 Anagallis 170.
 — arvensis 204.
 — subsp. coerulea 204.
 — collina 167, 170.
 Anandria bellidiastrum 204.
 Andreaeaceae 12, 60.
 Andreaea petrophila Ehrh. 3, 12, 60, 74.
 Anemone L. 134.
 — hepatica L. 4, 134.
 — var. typica (Beck.) Gürke 134.
 ——— f. alba Mill. 134.
 ——— f. multifida Hartm. 134.
 — multifida Poir. 135.
 — nemorosa L. 4, 134.
 — subsp. europaea Ulbrich 134.
 ——— var. typica Beck. 134.
 ——— f. rosea Peterm. 134.
 — nemorosa L. $\times$ ranunculoides L. 135.
 — ranunculoides L. 134.
 — subsp. typica Ulbrich 134.
 — silvestris L. 134.
 — var. major Jancz. 134.
 ——— f. biflora Gruett. 135.

- Aneura pinguis* 4.
Anisothecium 16, 17, 20.
 — *crispum* (Schreb.) Lindb. 16, 17, 60, 79.
 — *rubrum* (Huds.) Lindb. 16, 17, 60, 84, 85, 86, 98.
 — *rufescens* (Dicks.) Lindb. 16, 17, 60, 79, 80.
 — *vaginale* (Dicks.) Loeske 16, 17, 60, 71, 73.
Anoda cristata 204.
 — *hastata* 204.
Anomodon 86, 98.
 — *attenuatus* (Schreb.) Hüben. 42, 43, 66, 85, 157.
 — *longifolius* (Schleich.) Bruch. 3, 42, 43, 66, 85.
 — *Rugelii* (C. Müll.) Kessl. 42, 66.
 — *viticulosus* (L.) Hook et Tayl. 3, 42, 66, 85.
Antirrhinum glutinosum 195.
 — *hispanicum* 195.
 — *maius* 204.
 — *Orontium* 204.
Antitrichia curtispindula (L.) Brid. 41, 65, 72.
Apium petroselinum 169.
Aquilegia L. 133, 148.
 — *atrata* 204.
 — *sibirica* 204.
 — *truncata* 204.
 — *vulgaris* L. 133.
 — var. *pratensis* Kitt. 133.
Arabis pumila 204.
Arenaria L. 122.
 — *balearica* L. 122.
 — *graminifolia* Schrad. 122.
 — var. *glabra* Williams. 122.
 — *serpyllifolia* L. 122.
 — var. *scabra* Fenzl. 122.
 — f. *condensata* Lange 122.
 — f. *hirti-scabra* Schur. 122.
Aristolochiaceae 108.
Asarum L. 108.
 — *europaeum* L. 108.
 — var. *microphyllum* Aschers. et Graebn. 108.
Asclepias 211, 217.
 — *Cornuti* 204, 213.
 — *Curassavica* 204, 213.
Asperula azurea 204.
 — *odorata* 154, 211.
Asphodelus fistulosus 204, 212.
Atriplex L. 119.
Atriplex hastatum L. 120.
 — var. *microtheca* Schum. 120.
 — f. *integrifolium* Beck. 120.
 — f. *rudemale* Westerl. 120.
 — *hortense* L. 119.
 — var. *typicum* Beck. 119.
 — f. *ruberrimum* Moq. 119.
 — f. *rubrum* Roth 119.
 — *litorale* L. 119.
 — var. *angustissimum* Moq. 119.
 — var. *serratum* Smith 119.
 — *nitens* Schkuhr 119.
 — *patulum* L. 119.
 — var. *angustifolium* Lange 119.
 — f. *hastifolium* Beck. 120.
 — *patulum* L. var. *erectum* Lange 120.
 — f. *angustissimum* Gren. et Godr. 120.
 — f. *appendiculata* Coss et Germ. 120.
 — f. *bracteatum* Westerl. 120.
 — f. *farinosum* Fr. 120.
 — f. *oppositifolium* Coss. et Germ. 120.
 — f. *succulentum* (Mert. et Koch.) 120.
 — f. *tridentatum* Beck. 120.
Aulacomniaceae 35, 64.
Aulacomnium androgynum (L.) Schwaegr. 35, 64, 74.
 — *palustre* (L.) Schwaegr. 4, 36, 64, 78, 98.
Axyris L. 120.
 — *amarantoides* L. 120.
Barbula 20, 86.
 — *convoluta* Hedw. 20, 23, 61, 84, 85, 86, 98, 157.
 — *cylindrica* (Tayl.) Schimp. 22, 61, 87.
 — *fallax* Hedw. 11, 22, 61, 87, 88, 100.
 — *reflexa* (Brid.) Brid. 23, 61, 87.
 — *rigidula* Mitt. 10, 11, 23, 61, 87.
 — *spadicea* Mitt. 22, 61, 86, 87, 88.
 — *unguiculata* (Huds.) Hedw. 11, 23, 61, 87, 88, 100.
Bartonia aurea 169.
Bartramiaceae 37, 64.
Bartramia ityphylla Brid. 37, 64, 72.
 — *pomiformis* (L.) Hedw. 37, 64, 72, 73.
Begonia Schmidtiana 202.
Berberidaceae 138.

- Berberis* L. 139.
 — *buxifolia* Poir. 139.
 — — var. *nana* Schneid. 139.
 — *Neuberti* Baum. × *Mahonia* *Neuberti* Schneid. 139.
 — *thunbergii* DC. 139.
 — *vulgaris* L. 139.
 — — var. *atropurpurea* Reg. 139.
 — *vulgaris* L. × *Mahonia* *aquifolium* Nutt. 139.
Bergenia 217.
 — *crassifolia* 205, 211.
Beta L. 116.
 — *vulgaris* L. 116, 169.
 — — var. *cicla* L. 116.
 — — — f. *alba* DC. 116.
 — — — f. *altissima* Röss. 116.
 — — — f. *rosea* Moq. 116.
 — — — f. *rubra* L. 116.
Betulaceae 104.
Bignonia *radicans* 148.
Blumenbachia *Hieronymi* 205.
Bonatea *speciosa* 193, 194.
Borrago *officinalis* 169.
Brachytheciaceae 50, 53, 67.
Brachythecium *albicans* (Neck.) Br. eur. 50, 51, 67, 77.
 — *curtum* (Lindb.) Lindb. 50, 52, 67, 74, 75.
 — *erythrorrhizon* Br. eur. 51.
 — *glareosum* (Bruch.) Br. eur. 50, 51, 67, 82, 83.
 — *Mildeanum* (Schimp.) Schimp. 50, 52, 67, 85.
 — *populeum* (Sw.) Br. eur. 50, 52, 67, 84, 85, 86.
 — *reflexum* (Starke) Br. eur. 50, 52, 67, 72, 73.
 — *rivulare* (L.) Br. eur. 50, 52, 67, 85.
 — *salebrosum* (Hoffm.) Br. eur. 3, 50, 51, 67, 76, 77.
 — *velutinum* (L.) Br. eur. 50, 52, 67, 77.
Brassica *oleracea* 166, 167, 168, 169.
Browallia *demissa* 205.
 — *elata* 205.
Brunella *vulgaris* 205.
 — *vulgaris* fl. albo 205.
Bryaceae 28, 29, 63.
Bryum 28, 29, 30, 69, 86.
 — *argenteum* L. 29, 33, 64, 85.
 — *bimum* Schreb. 32, 63, 85.
 — *Blindii* Br. eur. 29, 33, 64, 87, 88.
Bryum *Brownii* Br. eur. 31, 63, 87.
 — *caespiticium* L. 32, 63, 76, 77, 98.
 — *capillare* L. 29, 33, 64, 82, 83.
 — *cirratum* Hoppe et Hornsch. 28, 32, 63, 80.
 — *cyclophyllum* (Schwaegr.) Br. eur. 29, 31, 63, 71.
 — *Duvallii* Voit. 29, 31, 63, 79.
 — *elegans* Nees. 29, 33, 64, 82.
 — *erythrocarpum* Schwaegr. 29, 33, 64, 71.
 — *Funckii* Schwaegr. 29, 63, 89.
 — *inclinatum* (Sw.) Br. eur. 31, 63, 79.
 — *intermedium* (Ludw.) Brid. 32, 63, 87.
 — *Kunzei* Hornsch. 32, 63, 89.
 — *lacustre* Bland. 29, 31, 63, 87.
 — *lapponicum* Kaur. 31, 63, 79, 80.
 — *mamillatum* Lindb. 31, 63, 89.
 — *Marratii* Wils. 29, 31, 63, 87.
 — *neodamense* Itzig. 31, 63, 87.
 — *pallens* Sw. 31, 63, 85.
 — *pendulum* (Hornsch.) Schimp. 29, 63, 85.
 — *ventricosum* Dick. 3, 12, 29, 32, 63, 84, 85, 100.
 — *warneum* Bland. 29, 31, 63, 84, 85.
Burlingtonia 187.
Buxbaumiaceae 57, 68.
Buxbaumia *aphylla* L. 57, 68, 74.
Cactus 148.
Calceolaria 169.
Calliargon *cordifolium* (Hedw.) Kindb. 4, 44, 49, 67, 72.
 — *giganteum* (Schimp.) Kindb. 45, 49, 67, 82, 83.
 — *megalophyllum* Mikut. 45, 50, 67, 88, 89.
 — *Richardsonii* (Mitt.) Kindb. 44, 49, 66, 79.
 — *stramineum* (Dicks.) Kindb. 4, 44, 49, 55, 67, 74, 75, 97.
 — *trifarium* (Web. et Mohr.) Kindb. 4, 44, 49, 67, 72, 97.
 — *turgescens* (Th. Jens.) Kindb. 45, 49, 67, 88, 89, 99.
Calluna 5.
Caltha L. 132.
 — *palustris* L. 132.
 — — var. *vulgaris* Schur. 132.
 — — — f. *aestivalis* Willd. et Dur. 132.
 — — — f. *crenata* Schur. 132.

- Caltha palustris* L. var. *vulgaris* Schur. f. *dentata* Čelak. 132.
 ——— f. *plena* Huth. 132.
 ——— f. *rotundifolia* (Schur.) Aschers. et Graebn. 132.
Campylium chrysophyllum (Brid.) Bryhn. 44, 46, 66, 86, 87, 99.
 — *helodes* (Spruce) Broth. 44, 46, 66, 85.
 — *hispidulum* (Brid.) Lindb. 44, 45, 66, 79.
 — *polygamum* (Br. eur.) Bryhn. 44, 46, 66, 87.
 — *protensum* (Brid.) Kindb. 44, 46, 66, 79.
 — *Sommerfeltii* Bryhn. 44, 45, 66, 87.
 — *stellatum* (Schreb.) Bryhn. 44, 46, 66, 86.
Campanula 141, 212, 215.
 — *carpatica* 205, 212.
 — *persicifolia* 215.
 — *thyrsoides* 205, 212, 215.
Camptothecium nitens 4.
 — *lutescens* (Huds.) Br. eur. 50, 51, 67, 85.
 — *trichoides* (Neck.) Broth. 50, 67, 82, 83, 98.
Canna Warscewiozi 169.
Cannabis L. 107, 145.
 — *sativa* L. 107.
Cardamine 195.
 — *pratensis* 157, 195.
Carex capillaris 5.
 — *diversicolor* 5.
 — *dioica* 5.
 — *flava* 4.
 — *Goodenoughii* 4.
 — *panicea* 5.
 — *rigida* 155.
Carpinus 44, 53, 56.
 — *Betulus* 57.
Carya Nutt. 104.
 — *laciniosa* Loud. 104.
 — *ovata* K. Koch. 104.
Caryophyllaceae 122.
Castanea Mill. 105.
 — *sativa* Mill. 105.
Catharinaea 58.
 — *angustata* Brid. 57, 58, 68, 81, 82.
 — *tenella* Röhl. 58, 68, 74.
 — *undulata* (L.) Web. 57, 58, 68, 74.
Catoscopiaceae 37, 64.
Catoscopium nigrum (Hedw.) Brid. 37, 64, 87.
Centaurea 148.
Centranthus macrosiphon 148, 205.
 — *ruber* 205.
Cephalanthera grandiflora 161.
Cerastium L. 101, 124.
 — *arvense* L. 124.
 — *caespitosum* Gilib. 124.
 — var. *elatus* Peterm. 124.
 — var. *glandulosum* Wirtg. 124.
 — *semidecandrum* L. 124.
 — *tomentosum* L. 124.
Ceratodon conicus (Hampe) Dix. 124.
 — *purpureus* (L.) Brid. 14, 15, 60, 78, 98, 100.
Ceratophyllaceae 132.
Ceratophyllum L. 132.
 — *demersum* L. 132.
Cichorium intybus 195.
Cinclidium stygium Sw. 33, 35, 36, 64, 82, 83.
Cinclidotus danubicus Schiffn. 20, 24, 62, 88, 89, 99, 157.
Cirriphyllum piliferum (Schreb.) Grout. 50, 53, 67, 82, 83.
 — *Vaucherii* (Schimp.) Loeske. 53, 67, 89.
Cistus 186.
Chelidonium L. 140.
 — *majus* L. 140.
 — var. *laciniatum* Koch. 140.
Chenopodiaceae 101, 116.
Chenopodium L. 116.
 — *album* L. 116.
 — subsp. *concatenatum* (Thuil.) 118.
 ——— var. *riparium* (Boenn.) 118.
 ——— f. *catenulatum* Ludw. 118.
 ——— f. *cymosum* aut. 118.
 ——— f. *spicatum* aut. 118.
 ——— var. *striatiforme* Murr. 118.
 ——— f. *glomerulosum* aut. 118.
 — subsp. *eualbum* Ludw. 117.
 ——— var. *Linneanum* (Beck.) 117.
 ——— var. *praeacutum* (Beck.) 117.
 ——— f. *candicans* (Lam.) 117.
 ——— f. *glomerulosum* (Rchb.) 117.
 ——— f. *gracilicaule* (Gandog.) 118.
 ——— f. *grandifrons* Ludw. 117.
 ——— f. *humifusum* Ludw. 118.
 ——— f. *lanceolatum* (Mühl.) 117.
 ——— f. *oblongum* (Neilr.) 117.
 ——— f. *ovalifolium* Ludw. 117.

- Chenop. album subsp. concat. var.
 praeacutum f. paucidens (Murr.)
 117.
 — f. praecatorium (Dum.) 117.
 — f. purpurascens Ludw. 118.
 — f. ruderale (Kit.) 118.
 — f. spicatum (Koch.) 117.
 — f. subhastulatum (Murr.)
 117.
 — f. viride (L.) 117.
 — f. zschackeiforme (Murr.)
 117.
 — subsp. pseudopulifolium Scholz
 118.
 — album L. subsp. ealbum $\times$ album
 L. subsp. concatenatum (Ludw.)
 118.
 — subsp. hastatum Klinggr. 118.
 — foliosum (Mnch.) Aschers. 119.
 — glaucum L. 118.
 — var. prostratum Beck. 119.
 — var. typicum Beck. 118.
 — f. angustifolium Zapal. 118.
 — f. integrifolium Schulth. 119.
 — f. pseudorubrum Schwarz
 119.
 — hybridum L. 116.
 — f. typicum Beck. 116.
 — Klinggraeffii Aellen 118.
 — leptophyllum Nutt. 116.
 — polyspermum L. 116.
 — var. acutifolium Becker 116.
 — var. cymosum Chev. 116.
 — rubrum L. 119.
 — var. blitoides Wallr. 119.
 — var. vulgare Wallr. 119.
 — sueticum Murr. 118.
 Cladium mariscus 47.
 Clarkia elegans 170.
 — pulchella 214.
 — var. gripetala 205, 214.
 Claytonia L. 121.
 — perfoliata Donn. 121.
 — sibirica 205.
 Clematis L. 134.
 — flammula L. 134.
 — vitalba L. 134.
 — var. taurica Kze. 134.
 — var. typica Beck. 134.
 Cleome gigantea 205.
 Climaciaceae 40, 65.
 Climacium 40.
 — dendroides (L.) Web. 40, 65, 81,
 82, 83.
 Cochlearia armoracea 156, 157.
 Comarum palustre 4.
 Convolvulus batatas 155.
 — tricolor 205.
 Corispermum L. 120.
 — intermedium Schweigg. 120.
 — hyssopifolium L. 120.
 — orientale Lam. 120.
 — var. angustifolium Fenzl. 120.
 Corydalis Med. 140.
 — cava (L.) Schw. et K. 140, 186, 200.
 — Halleri 186.
 — intermedia 186.
 — sempervirens 205.
 — solida (Mill.) Sw. 140, 186.
 — vesicaria 205.
 Cratoneuron 11, 100.
 — commutatum (Hedw.) Roth. 4, 45,
 46, 66, 88, 99.
 — decipiens (De Not.) Loeske 47,
 66, 81.
 — filicinum (L.) Roth 45, 46, 66, 88, 89.
 Cucurbitaceae 147.
 Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
 55, 56, 68, 87.
 Cucubalus L. 129.
 — baccifer L. 129.
 Cuphea miniata 205.
 Cyclamen persicum 170.
 Cynodontium strumiferum (Ehrh.) De
 Not. 18, 61, 71.
 — torquescens Limpr. 18, 61, 71, 73, 97.
 Cynoglossum montanum 205.
 Cypripedium calceolus 5.
 Cytisus Laburnum 199.
 Datura 148.
 Delphinium L. 133.
 — Ajacis 205, 212.
 — Caucasicum 205, 211.
 — consolida L. 133, 169, 212.
 — var. typica Pospich. 133.
 — elatum L. 133, 212.
 — var. glabrum Lam. 133.
 — grandiflorum 205.
 — iliense 205.
 Dentaria bulbifera 157.
 Deschampsia caespitosa 4.
 — flexuosa 5.
 Desmatodon cernuus (Hüb.) Br.
 eur. 20, 24, 62, 88, 89, 99.
 Dianthus L. 130, 148, 170, 171, 183.
 — arenarius L. 131.
 — Balbisii Ser. 130.
 — var. Liburnicus Gürke 130.

- Dianthus barbatus* L. 130.
 — f. *albus* Voss. 130.
 — f. *atrisanguineus* Voss. 130.
 — var. *aggregatus* Williams. 130.
 — f. *albus* Voss. 130.
 — f. *atrisanguineus* Voss. 130.
 — f. *marginatus* Voss. 130.
 — f. *mutabilis* Voss. 130.
 — var. *latifolius* Ser. 130.
 — *mutabilis* Voss. 130.
 — var. *rariflorus* Schur. 130.
 — f. *marginatus* Voss. 130.
 — *caryophyllus* 143, 162, 164, 167, 168, 169, 174, 187, 188, 205.
 — *deltoides* L. 130.
 — var. *typicus* Williams. 130.
 — *plumarius* L. 131.
 — *silvester* Wulf 130.
 — *superbus* 205.
Dicentra Bernh. 140.
 — *spectabilis* (L.) DC. 140.
Dichodontium pellucidum (L.) Schimp. 16, 18, 61, 85, 86.
Dichelyma falcatum (Hedw.) Myr. 40, 65, 72.
Dicranaceae 16, 20, 60, 69, 99.
Dicranella 16, 17, 20.
 — *cerviculata* (Hedw.) Schimp. 3, 10, 11, 16, 17, 60, 74, 75.
 — *heteromalla* (Dill., L.) Schimp. 3, 17, 60, 76, 97.
 — *subulata* (Hedw.) Schimp. 17, 60, 71, 73.
 — *varia* 3, 17.
Dicranodontium longirostre Br. eur. 18, 60, 74, 158.
Dicranum 16, 17, 20, 99.
 — *Bergeri* Bland. 4, 12, 16, 19, 61, 70, 97, 100.
 — *Bonjeani* De Not. 18, 61, 74, 75.
 — *fuscescens* Turn. 18, 61, 74.
 — *majus* Turn. 18, 61, 74, 75, 97.
 — *Mühlenbeckii* Br. eur. 3, 18, 61, 71, 73.
 — *robustum* Blytt. 19, 61, 71, 73, 97.
 — *scoparium* (L.) Hedw. 4, 16, 18, 61, 74, 75, 97, 157.
 — *spurium* Hedw. 16, 19, 61, 70.
 — *undulatum* Ehrh. 16, 19, 61, 74, 75, 97, 100.
 — *viride* (Sull. et Lesq.) Lindb. 18, 61, 73, 157.
Didymodon rubellus (Hoffm.) Br. eur. 3, 20, 22, 61, 84, 85, 86, 98.
 — *tophaceus* (Brid.) Jur 20, 22, 61, 89.
Digitalis 164.
 — *purpurea* 169, 206.
Dipsacus silvester var. *tortuosus* 206.
Disceliaceae 26, 62.
Discelium nudum (Dicks.) Brid. 26, 62, 71, 73.
Distichium capillaceum (Sw.) Br. eur. 12, 14, 15, 60, 86, 87, 88, 98, 100.
 — *inclinatum* (Ehrh.) Br. eur. 14, 15, 60, 89.
Ditrichaceae 14, 60, 69.
Ditrichum flexicaule (Schleich.) Hampe 14, 15, 60, 84, 85, 86, 98.
 — *tenuifolium* (Schrader.) Lindb. 14, 15, 60, 71.
 — *tortile* (Schrader.) Lindb. 3, 14, 15, 60, 71, 73, 97.
Draba Pyrenaica 206.
Dracocephalum Altaianse 206.
Drepanocladus aduncus (Hedw.) Moenk. 45, 47, 67, 78, 98.
 — var. *Kneiffii* 47.
 — var. *polycarpus* 47.
 — *badius* (Hartm.) Roth 44, 47, 67, 77.
 — *exannulatus* (Gümb.) Warnst. 44, 48, 67, 74.
 — *intermedius* (Lindb.) Warnst. 45, 47, 67, 81, 82, 83, 98.
 — *fluitans* (L.) Warnst. 44, 48, 67, 74.
 — *lycopodioides* (Schwaegr.) Warnst. 44, 47, 67, 87, 88.
 — *revolvens* 4.
 — *Sendtneri* (Schimp.) Warnst. 44, 47, 67, 87.
 — *uncinatus* (Hedw.) Warnst. 44, 48, 67, 76, 77, 98.
 — *vernicosus* (Lindb.) Warnst. 44, 47, 67, 72.
Encalyptaceae 24, 27, 62, 69.
Encalypta 24, 86, 98.
 — *ciliata* (Hedw.) Hoffm. 25, 62, 85.
 — *contorta* (Wulf.) Lindb. 11, 25, 62, 85, 157.
 — *rhabdocarpa* Schwaegr. 25, 62, 85.
 — *vulgaris* (Hedw.) Hoffm. 25, 62, 85.
Entodontaceae 54, 68.
Ephemeraceae 27, 62.

- Ephemerum serratum* (Schreb.) Hampe 27, 62, 80.
Epilobium 147, 149, 223.
— *hirsutum* 206.
Epimedium L. 139.
— *alpinum* L. 139.
Eriophorum latifolium 5.
— *polystachium* 4.
— *vaginatum* 5.
Erucastrum obtusangulum 206.
Eschscholtzia 186.
— *californica* 163, 167, 168, 169, 185, 206, 212.
Eucladium verticillatum (L.) Br. eur. 11, 20, 21, 61, 88, 89, 100.
Eurhynchium praelongum (Hedw.) Br. eur. 50, 53, 67, 85.
— var. *Stokesii* 53.
— *striatum* (Schreb.) Schimp. 50, 53, 67, 77, 98.
— *strigosum* (Hoffm.) Br. eur. 50, 53, 67, 85.
— *Swartzii* (Turn.) Curn. 50, 53, 67, 80.
Fagopyrum Moench 116, 181, 182.
— *esculentum* 170.
— *sagittatum* Gilib. 116.
— *tataricum* Gaertn. 116.
Fagaceae 104.
Fagus L. 104.
— *grandifolia* Ehrh. 105.
— var. *pubescens* Fern. et Rehd. 105.
— *silvatica* L. 104.
— var. *typica* Schneid. 104.
— — f. *asplenifolia* Sweet. 105.
— — f. *atropunicea* West. 105.
— *silvatica* L. var. *typica* Schneid. f. *cuneifolia* Beck. 105.
— — f. *dentata* Dalla Torre et Sarnth. 104, 105.
— — f. *laciniata* Vignet. 104, 105.
— — f. *pendula* Lodd. 104.
Festuca 155.
— *ovina* 4.
Fissidentaceae 12, 60, 69.
Fissidens 12, 13, 88.
— *adanthoides* (L.) Hedw. 13, 60, 81, 82, 83, 98.
— *Arnoldi* Ruthe 13, 60, 89.
— *bryoides* (L.) Hedw. 3, 13, 60, 80, 98.
— var. *gymnandrus* 13.
— *crassipes* Wils. 13, 60, 89, 157.
Fissidens cristatus Wils. 13, 44, 60, 89.
— *exilis* Hedw. 3, 13, 60, 79.
— *Julianus* (Savi) Schimp. 14, 60, 88, 89, 99.
— *osmundoides* (Sw.) Hedw. 13, 60, 79, 98.
— *pusillus* Wils. 12, 13, 60, 80, 98, 100.
— *taxifolius* (L.) Hedw. 13, 60, 84, 85, 86, 98.
Fontinalaceae 40, 65.
Fontinalis antipyretica L. 40, 65, 87.
— *hypnoides* Hartm. 40, 65, 81.
Fraxinus 43.
Fritillaria persica 194.
Fuchsia 153.
Fumariaceae 140.
Fumaria Adans. 140.
— *officinalis* L. 140.
Funariaceae 27, 62.
Funaria hygrometrica (L.) Sibth. 27, 62, 82, 83, 98.
Galega officinalis 206.
Gentiana Amarella 206.
— *Cruciata* 206.
— *Tibetica* 206.
Georgiaceae 27, 28, 63.
Georgia pellucida (L.) Rabenh. 28, 63, 74, 75.
Geranium Pyrenaicum var. *aepilatum* 206.
Gesneria pendulina 169.
Gilia achilleaefolia 206.
— *nivalis* 206.
— *tricolor* 206.
Gladiolus 186.
Glaucium corniculatum 206.
— *flavum* 206.
Grimmiaceae 25, 27, 62, 69.
Grimmia 73, 97.
— *commutata* Hüb. 25, 26, 62, 79, 80.
— *Hartmanii* Schimp. 25, 26, 62, 71, 157.
— *Mühlenbeckii* Schimp. 25, 26, 62, 71.
— *ovalis* (Hedw.) Lindb. 25, 26, 62, 71.
— *patens* (Dicks.) Br. eur. 25, 26, 62, 71.
— *pulvinata* (L.) Sm. 25, 26, 62, 80, 98.
Gymnadenia 162.
— *albida* 161.
— *conopea* 161.

- Gymnostomum calcareum* Br. germ.
 11, 20, 21, 61, 86, 87, 88, 99, 100.
 — *rupestre* Schleich. 20, 21, 61, 88,
 89, 99.
Gypsophila L. 129.
 — *elegans* M. Bieb. 129, 206.
 — *fastigiata* L. 129.
 ——— subsp. *pulposa* (Gilib.) 129.
 ——— var. *calcarea* Fr. 129.
 ——— subvar. *typica* Zapal. 129.
 — *muralis* L. 129.
 ——— var. *ramosissima* Schur. 130.
 — *paniculata* L. 129.
 ——— var. *lithuanica* Zapal. 129.
 ——— var. *typica* Aschers. et Graebn.
 129.
Gyroweisia tinuis (Schrad.) Schimp.
 3, 20, 21, 61, 86, 87, 88, 98.
Haplodon Wormskjoldii (Hornem.) R.
 Br. 28, 63, 71.
Hedera helix 155.
Hedwigiaceae 41, 65.
Hedwigia albicans (Web.) Lindb. 41,
 65, 73.
Helianthemum 148.
 — *polifolium* 206.
Helodea canadensis 157.
Helodium lanatum (Stroem.) Broth.
 4, 43, 44, 66, 72, 73, 97.
Helichrysum arenarium (L.) DC. 232.
 — *bracteatum* (Vent.) Willd. 227, 228,
 229, 233.
 ——— var. *album* hort. 227.
 ——— var. *atrococcineum* hort. 227.
 ——— var. *atrosanguineum* hort. 227.
 ——— var. *bicolor* hort. 227.
 ——— var. *roseum* hort. 227.
Hemerocallis fulva 152.
Hesperis tristis 206, 212.
Heterophyllum Haldanianum (Grew.)
 Kindb. 55, 56, 68, 74.
Hibiscus 147, 148.
 — *africanus* 169.
Herniaria L. 126.
 — *glabra* L. 126.
 ——— var. *typica* (Beck.) Aschers. et
 Graebn. 126.
Hippeastrum 186.
Hippuris vulgaris 156.
Homalia trichomanoides (Schreb.)
 Br. eur. 41, 42, 66, 79, 80, 98.
Homalothecium sericeum (L.) Br. eur.
 3, 50, 67, 87, 88.
Homomallium incurvatum (Schrad.)
 Loeske 40, 45, 66, 79.
Honckenya Ehrh. 125.
 — *peploides* (L.) Ehrh. 125.
Hottonia inflata 179.
 — *palustris* 176, 179.
Humulus L. 107, 145.
 — *lupulus* L. 107.
Hygroamblystegium 88, 99.
 — *fluviatile* (Sw.) Loeske 44, 46, 66,
 86, 87.
 — *irriguum* (Wils.) Loeske 44, 46, 66,
 87.
Hygrohypnum palustre (Huds.) Loeske
 50, 51, 67, 86, 87.
Hylocomiaceae 53, 56, 68, 69.
Hylocomium proliferum (L.) Lindb.
 56, 57, 68, 76, 97.
 — *splendens* 3, 4.
 — *umbratum* (Ehrh.) Br. eur. 57, 68, 72.
Hypocoum grandiflorum 186.
 — *procumbens* 185, 206.
Hypnaceae 55, 68, 69.
Hypnum arcuatum Lindb. 55, 68, 84,
 85, 157.
 — *cupressiforme* L. 55, 68, 76, 97.
 ——— var. *lacunosum* 76.
 — *molluscum* 3.
 — *pallescens* (Hedw.) Palis. 55, 68, 72.
 — *pratense* Koch 56, 68, 81.
 — *Schreberi* 3.
 — *uncinatum* 3.
Hymenostylium curvirostre (Ehrh.)
 Lindb. 20, 21, 61, 86, 87, 88, 99.
Hymenostomum microstomum (Hedw.)
 R. Br. 21, 61, 87.
Hyoscyamus 148.
Hypericum calycinum 155.
Hyssopus 148.
 — *officinalis* 206.
Iberis 170, 171.
 — *umbellata* 166, 167, 168, 169, 207
Impatiens granduligera 207.
Ipomoea 170, 171, 172.
 — *purpurea* 143, 162, 164, 167, 168,
 169, 170, 173, 187, 188, 207.
Irides 147.
Iris 153.
Isatis Japonica 207.
 — *tinctoria* 207.
Isoetes 156.
Isopyrum fumarioides 207.
Isopterygium depressum (Bruch.)
 Mitt. 54, 68, 85, 157.

- Isopterygium pulchellum* (Dicks.) Broth. 54, 68, 72.
 — *repens* (Poll.) Lindb. 54, 68, 74, 75.
Isothecium myosuroides (L.) Brid. 42, 66, 79.
 — *viviparum* (Neck.) Lindb. 42, 66, 72.
Jasione perennis 207.
 Juglandaceae 104.
Juglans L. 104.
 — *cinerea* L. 104.
 — *mandshurica* Maxim. 104.
 — *regia* L. 104.
Jussiena grandiflora 156.
Kiaeria Blyttii (Schimp.) Broth. 18, 61, 71.
Kitaibelia vitifolia 207.
Kochia Roth 120.
 — *scoparia* Schrad. 120.
 — — var. *trichophila* Schinz et Thell. 120.
Koenigia islandica 154.
Lachenalia luteola 157.
Lactuca sativa 170.
Lamium album 150.
Lathyrus odoratus 167, 168, 170.
 — *silvester* 207, 211.
Lavatera Thuringiaca 207.
 — *trimestris* 207.
 Lembophyllaceae 42, 66.
Leontopodium alpinum 207.
Leonurus Cardiaca 207.
Leptobryum 30.
 — *piriforme* (L.) Wils. 29, 63, 82.
 Leskeaceae 42, 66.
Leskea nervosa 3.
 — *polycarpa* Ehrh. 42, 43, 66, 80.
Leskeella nervosa (Schwaegr.) Loeske 42, 43, 66, 87, 88.
 Leucobryaceae 19, 61.
Leucobryum glaucum (L.) Schimp. 3, 19, 61, 74, 75, 97, 157.
 Leucodontaceae 41, 65.
Leucodon sciurioides (L.) Schwaegr. 41, 65, 82, 83.
Lilium 157.
 — *bulbiferum* 157, 207, 213.
 — *candidum* 157.
 — *croceum* 157.
 — *elegans* 157.
 — *regale* 157.
Limnanthes 164.
 — *Dauglassi* 169.
Linaria Cymbalaria 207.
 — *purpurea* 207.
 — *vulgaris* 169, 195.
Linum 181.
 — *Austriacum* 181.
 — *grandiflorum* 179, 182.
 — *perenne* 178, 180.
Liparis latifolia 194.
Litorella lacustris 154, 156.
Lobelia 153, 163.
 — *fulgens* 169, 187.
 — *ramosa* 170, 187.
Lopezia coronata 207.
 — *racemosa* 207.
Lophanthus rugosus 207.
 Loranthaceae 108.
Lotus corniculatus 187, 207, 213.
 — *peregrinus* 207.
Lupinus luteus 170, 207.
 — *pilosus* 170.
Lychnis L. 126.
 — *chalcedonica* L. 127.
 — *flos cuculi* L. 126.
 — — var. *typica* Fior. et Paol. 126.
 — — — f. *albiflora* Tinant. 127.
 — *Flos-Jovis* 207.
Lysimachia nummularia 155, 157.
Lythrum 179, 181, 182.
 — *Salicaria* 179, 180, 182.
 Magnoliaceae 139.
Magnolia L. 139.
 — *denudata* Desr. × *liliflora* Desr. 139.
 — *denudata* Desr. × *Soulangeana* Soul. 139.
Mahonia Nutt. 138.
 — *aquifolium* Nutt. 138.
Malcolmia maritima 207.
Malope trifida, var. *grandiflora* 207.
 Malvaceae 147.
Malva Alcaea 207.
 — *Mauritanica* 207.
 — *moschata* 208.
 — *moschata* fl. albo 208.
 — *verticillata* 208.
Marsilia quadrifolia 156.
Martynia annua 148.
Mathiola annua 183.
 — *glabra* 183.
Maxillaria 187.
 Meeseaceae 36, 64.
Meesea 4.
 — *longiseta* (L.) Spruce. 36, 64, 72, 73.

- Meesea trichodes* (L.) Spruce 36, 64, 85.
 — *triquetra* (L.) Angstr. 30, 64, 72.
Melandrium Roehl. 127.
 — *album* (Mill.) Garcke 127.
 — — *var. typicum* Aschers. et Graebn. 127.
 — *album* × *dioecum* Hayek 127.
 — *dioecum* (L.) Schinz et Thellung 127.
 — — *var. typicum* (Aschers. et Graebn.), 127.
 — *viscosum* Čelak. 127.
Melilotus albus 208.
 — *officinalis* 208.
 — *sulcatus* 208.
Menispermaceae 139.
Menispermum L. 139.
 — *dauricum* DC. 139.
Mercurialis 145.
Mimulus 170, 171, 172, 173, 174.
 — *cardinalis* hort. 174.
 — *luteus* 143, 162, 164, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 187, 188, 208.
 — — *var. Chelsea* 174.
Mirabilis 155.
 — *jalapa* 183.
 — *longiflora* 183.
Mniobryum 29, 30.
 — *albicans* (Wahlenb.) Limpr. 31, 63, 84, 85, 86.
 — *carneum* (L.) Limpr. 29, 31, 63, 82, 83.
Mniaceae 33, 64.
Mnium 33.
 — *affine* Bland. 33, 34, 64, 81, 82, 83, 98.
 — *cinclidioides* (Blytt.) Hüben 33, 35, 64, 72, 73.
 — *cuspidatum* (L. exp. Schreb.) Leyess 3, 33, 34, 64, 76, 97.
 — *hornum* L. 33, 64, 74, 75.
 — *marginatum* (Dicks.) Palis. 34, 64, 79, 80, 98.
 — *medium* Br. eur. 34, 64, 71, 73.
 — *pseudopunctatum* Bruch. et Schimp. 33, 35, 64, 76, 77, 98.
 — *punctatum* (L. Schreb.) Hedw. 33, 35, 64, 76, 77, 98.
 — *riparium* Mitt. 34, 64, 79.
 — *rostratum* Schrad. 34, 64, 79.
 — *Selligeri* 34.
 — *stellare* Reich. 33, 35, 64, 82, 83.
 — *undulatum* (L.) Weis. 3, 34, 64, 77.
Moehringia L. 122.
 — *trinervia* (L.) Clairv. 122.
Molinia coerulea 4.
Montia L. 121.
 — *lamprosperma* Cham. 121.
Moraceae 107.
Morus L. 107.
 — *alba* L. 107.
 — *nigra* L. 107.
Myosoton Moench 124.
 — *aquaticum* (L.) Mnch. 124.
Myosurus L. 135.
 — *minimus* L. 135.
Myricaceae 103.
Myrica L. 103.
 — *cerifera* L. 103.
 — *gale* L. 103.
Myurella julacea (Vill.) Br. eur. 42, 66, 84, 85, 86, 98.
Neckeraceae 41, 65, 69.
Neckera complanata (L.) Hüb. 41, 66, 84, 85.
 — *crispa* (L.) Hedw. 41, 65, 80, 98.
 — *pennata* (L.) Hedw. 41, 65, 79.
Nemophila insignis 170.
Nepeta Cataria 208.
 — *Mussini* 208.
 — *nuda*, f. *paniculata* 208.
Nicotiana 148, 170, 171, 183.
 — *alata* 195.
 — *Langsdorffii* 195.
 — *Sanderae* 193, 195, 200.
 — *Tabacum* 143, 162, 164, 167, 169, 171, 187.
Nigella L. 132.
 — *damascena* L. 132.
 — — *var. typica* Brand. 132.
Nolana prostrata 169.
Notylia 187.
Nuphar Sm. 131.
 — *luteum* (L.) Sm. 131, 156.
 — — *var. genuinum* Cout. 131.
 — *luteum* × *pumilum* Casp. 131.
 — — — *var. subluteum* Casp. 131.
 — — — *var. medium* Casp. 131.
 — *pumilum* (Timm.) DC. 131.
 — — *var. genuinum* Schuct. 131.
Nymphaeaceae 131.
Nymphaea L. 131.
 — *candida* Presl. 131.
Oenothera 147, 154, 199, 223.
 — *amoena* 208.
 — *Lamarckiana* 208.
Omphalodes linifolia 208.

- Oncidium* 187.
 — *crispum* 186.
Onobrychis viciifolia 208.
Ononis arvensis 208.
 — *minutissima* 170.
Onosma simplicissima 208.
Ophrys apifera 161.
Orchis 162.
 — *maculata* 161.
 — *mascula* 194.
 — *morio* 161, 194.
 — *pyramidalis* 161.
Origanum vulgare 169, 186, 208.
Orthodicranum 16.
 — *flagellare* (Hedw.) Loeske, 12, 16, 18, 61, 70, 100.
 — *montanum* (Hedw.) Loeske 16, 18, 61, 70, 100.
Orthotrichaceae 38, 65, 69.
Orthotrichum 38, 73, 97.
 — *affine* Schrad. 39, 65, 72.
 — *anomalum* Hedw. 38, 39, 65, 87, 88.
 — *diaphanum* (Gmel.) Schrad. 39, 65, 81.
 — *Lyellii* Hook et Tayl. 39, 65, 79.
 — *nudum* Dicks. 39, 65, 81.
 — *pallens* Bruch. 39, 65, 72.
 — *patens* Bruch. 39, 65, 72.
 — *pumilum* Sw. 39, 65, 72.
 — *rupestre* Schleich. 38, 39, 65, 85.
 — *speciosum* Nees. 39, 65, 72.
Oxalis 179, 181, 182.
 — *acetosella* 179.
 — *monophylla* 176.
 — *Regnelli* 178.
Paludella squarrosa (L.) Brid. 4, 36, 64, 82, 83, 98.
Papaveraceae 101, 140, 142.
Papaver L. 140.
 — *alpinum* 186.
 — *argemone* L. 140.
 — *dubium* L. 140, 208.
 — *rhoeas* L. 140.
 — *somniferum* L. 140.
 — *vagum* 169, 185, 186, 189.
Paraleucobryum longifolium (Ehrh.) Loeske 19, 61, 71, 73, 97.
Passiflora 153, 186.
 — *alata* 186.
 — *coerulea* 186.
 — *gracilis* 169, 186.
 — *laurifolia* 186.
 — *quadrangularis* 186.
 — *racemosa* 186.
Pelargonium zonale 169.
Pellia Fabbroniana 4.
Pentstemon barbatus 208.
 — *coeruleus* 208.
Petunia 164, 170, 171, 172.
 — *nyctaginiflora* 208.
 — *violacea* 143, 162, 164, 168, 169, 174, 187, 188, 189, 196.
Phacelia Whitlavia 209, 211.
Phalaris canariensis 170.
Phaseolus multiflorus 169.
 — *vulgaris* 170.
Phascum acaulon L. 20, 23, 61, 79, 80.
Philonotis 37.
 — *Arnellii* Husnot 37, 64, 79.
 — *caespitosa* Wils. 37, 64, 77.
 — *calcareae* (Br. eur.) Schimp. 37, 38, 65, 88, 89.
 — *fontana* (L.) Brid. 38, 65, 85.
 — *marchica* (Willd.) Brid. 37, 64, 81.
 — *Ostervaldii* Warnst. 37, 65, 79.
Physcomitrella patens (Hedw.) Br. eur. 27, 62, 87.
Physcomitrium piriforme (L.) Brid. 27, 62, 84, 85.
Pirus 195.
Pisum 176.
 — *sativum* 167, 169.
Plagiopus Oederi (Gum.) Limpr. 37, 64, 87.
Plagiotheciaceae 54, 68, 69.
Plagiothecium 75.
 — *curvifolium* Schlieph. 55, 68, 74.
 — *denticulatum* (L.) Br. eur. 55, 68, 72.
 — *laetum* Br. eur. 55, 68, 74.
 — *Roeseanum* (Hampe) Br. eur. 54, 68, 72.
Platanthera 162.
 — *bifolia* 161.
 — *chloranta* 162.
 — *viridis* 162.
Platygyrium repens (Brid.) Br. eur. 54, 68, 72, 73.
Pleuridium alternifolium (Dicks.) Rabenh. 14, 15, 60, 71, 73, 97.
Pleurozium Schreberi (Willd.) Mitt. 4, 56, 68, 76, 97.
Poa 155.
Pogonatum 58, 73, 97.
 — *aloides* (Hedw.) P. B. 3, 58, 68, 72.
 — *nanum* (Schreb.) P. B. 58, 68, 72.

- Pogonatum urnigerum* (L.) Palis 57,
 58, 68, 72, 73.
Pohlia 28, 29, 30, 73, 97.
 — *annotina* (Leers.) Lindb. 29, 63, 71.
 — *bulbifera* Warnst. 29, 30, 63, 71.
 — *cruda* (L.) Lindb. 29, 30, 63, 82,
 83.
 — *elongata* Hedw. 29, 30, 63, 71.
 — *grandiflora* H. Lindb. 30, 63, 71.
 — *nutans* (Schreb.) Lindb. 3, 28, 29,
 30, 63, 74, 75.
 — *proliger*a Lindb. 29, 30, 63, 76, 77,
 98.
 — *pulchella* (Hedw.) Lindb. 30, 63, 71.
Polemonium coeruleum 209.
 Polygonaceae 108.
Polygonum L. 101, 111.
 — *alpinum* 209.
 — *amphibium* L. 111.
 — — *var. aquaticum* Leyess 111.
 — — *f. macrostylum* Dans. 112.
 — — *f. roseiflorum* Dans. 112.
 — *var. decumbens* Klett. et Richt.
 112.
 — — *f. roseiflorum* Dans. 112.
 — *var. terrestre* 112.
 — — *f. brachystylum* Dans. 112.
 — — *reseiflorum* Dans. 112.
 — — subvar. *glandulosum*
 (Schoench.) 112.
 — — *f. roseiflorum* Dans. 112.
 — — subvar. *bugense* Zapal. 112.
 — *aviculare* L. 114.
 — — subspec. *heterophyllum* Lindm.
 114.
 — *var. erectum* Hayne 114.
 — — *monspeliense* Aschers. 114.
 — — subvar. *diversifolium* Schur.
 114.
 — — *patens* Peterm. 114.
 — *var. procumbens* Hayne 114.
 — subvar. *vulgare* Kittel 115.
 — *f. petiolatum* Kuntze 115.
 — subvar. *virgatum* Peterm. 115.
 — — *f. aphyllum* Hayne 115.
 — — *f. purpureum* Opiz. 115.
 — *var. condensatum*, Becker 115.
 — subvar. *caespitosum* Lindm. 115.
 — subvar. *glomeratum* Waisb. 115.
 — *var. neglectum* Rchb. 115.
 — — *f. acutifolium* Schur. 115.
 — — *f. aphyllum* Hayne 115.
 — — subsp. *aequale* Lindm. 115.
Polygonum bistorta L. 111.
 — — subspec. *latifolium* Hayne 111.
 — — *var. puberulum*, Beck. 111.
 — *cuspidatum* Sieb. et Zucc. 115
 — *divaricatum* L. 114.
 — *hybridum* L. 116.
 — — *f. typicum* Beck. 116.
 — *hydropiper* L. 114.
 — — *var. vulgare* Meisn. 114.
 — — — *f. viridialbum* Braun 114.
 — — — *f. viridirubellum* Braun 114.
 — — subvar. *latifolium* Schur. 114.
 — — — *f. remotum* Zapal. 114.
 — — — *f. viridialbum* Braun 114.
 — — — *f. viridirubellum* Braun 114.
 — — subvar. *ramosissimum* Zapal.
 114.
 — — — *f. viridirubellum* Braun 114.
 — — subvar. *simplex* Zapal. 114.
 — — — *f. viridirubellum* Braun 114.
 — *convolvulus* L. 115.
 — *var. pusillum* Beck. 115.
 — *var. sublaeve* Zapag. 115.
 — *dumetorum* L. 115.
 — *linicola* Dans. 113.
 — *mite* Schrank. 114.
 — *nodosum* Pers. 112.
 — subspec. *lanceifolium* Dans. 112.
 — — *var. hirtulum* de Bruyn. 112.
 — *var. lunulatum* Dans. 112.
 — — *f. album* Braun. 112.
 — — *f. punctaticaulis* Dans. 112.
 — *nodosum* Pers. *var. glabrum*
 Dans. 112.
 — — *f. album* Braun 113.
 — — — *f. punctaticaulis* Dans. 112.
 — — *var. lunulatum* Dans. 113.
 — — — *f. album* Braun 113.
 — — — *f. impunctaticaulis* Dans. 113.
 — — — *f. rubellum* Braun. 113.
 — — *var. lineolatum* Dans. 113.
 — — — *f. impunctaticaulis* Dans. 113.
 — — — *f. album* Braun 113.
 — — — *f. punctaticaulis* Dans. 113.
 — — — *f. rubellum* Braun 113.
 — *nodosum* Pers. × *tomentosum*
 (Aschers. et Graebn.) 116.
 — *persicaria* L. 113.
 — *var. biforme* Fr. 113.
 — — — *f. glabripes* Dans. 113.
 — — — *f. impunctaticaulis* Dans. 113.
 — *sachalinense* Schmidt. 116.
 — *tomentosum* Schrank. 112.
 — — — *f. rubellum* Braun 112.

- Polygonum tomentosum* subsp. *ionchophyllum* Dans. 112.
 — var. *vulgatum* de Bruyn 112.
 — f. *album* Braun 112.
 — f. *impuncticaule* Dans. 112.
 — *undulatum* Murr. 113.
Polytrichaceae 53, 57, 68, 69, 99.
Polytrichum 4, 57, 58.
 — *attenuatum* Menz. 57, 58, 68, 74, 75, 97.
 — *commune* L. 57, 68, 74, 75, 97, 159.
 — *formosum* 3.
 — *gracile* Menz. 58, 68, 74, 75.
 — *juniperinum* Willd. 3, 59, 68, 74, 75.
 — *piliferum* Schreb. 57, 59, 68, 74, 75, 97.
 — *strictum* Banks 59, 68, 74, 75, 97.
Pinus silvestris 57.
Populus L. 101, 102, 103.
 — *alba* L. 102.
 — var. *globosa* Spaeth 103.
 — *alba* × *tremula* Aschers. 103.
 — *angulata* Ait. × *nigra* L.
 — var. *plantierensis* Schneid. 103.
 — *balsamifera* L. 103.
 — *berolinensis* Dippel 103.
 — *candicans* Ait. 102.
 — *deltoides* Marsh. 103.
 — *deltoides* Marsh. × *monilifera* Ait. 103.
 — *deltoides* Marsh. × *nigra* L. 103.
 — var. *italica* Dur. 103.
 — *eugenei* S.-L. 103.
 — *laurifolia* Ledeb. 103.
 — *laurifolia* Ledeb. × *nigra* L. 103.
 — var. *italica* Dur. 103.
 — *laurifolia* Ledeb. × *tristis* Fisch. 103.
 — *monilifera* Ait. 103.
 — *nigra* L. 102.
 — *nigra* L. × *suaveolens* Fisch. 103.
 — *robusta* Schneid. 103.
 — *Simonii* Carr. 102.
 — *suaveolens* Fisch. 102.
 — *tremula* L. 102.
 — *tristis* Fisch. 102.
 — *Wobstii* Schroed. 103.
Portulacaceae 121.
Pottiaceae 20, 61, 69, 86, 99.
Pottia bryoides (Dicks.) Mitt. 23, 62, 87.
 — *Heimii* (Hedw.) Br. eur. 20, 23, 62, 84, 85.
Pottia intermedia (Turn.) Fühnr. 20, 23, 62, 79.
 — *minutula* Br. eur. 23, 62, 87.
 — *truncatula* (L.) Lindb. 20, 23, 62, 79.
Primula 170, 171, 181, 182.
 — *acaulis* 176, 179, 181, 202.
 — *auricula* 179.
 — *cortusoides* 179.
 — *elata* 179.
 — *elatior* 179.
 — *farinosa* 5.
 — *grandiflora* 179, 202.
 — *inodora* 176.
 — *involuta* 176.
 — *longiflora* 179.
 — *malacoides* 181.
 — *mollis* 179.
 — *odora* 176.
 — *officinalis* 178, 181, 202.
 — *Scotica* 179.
 — *Sikkensis* 176.
 — *sinensis* 169, 178, 180, 181.
 — *veris* 166, 170.
 — *verticillata* 179.
Prunus 195.
Pseudoskeelsia catenulata (Brid.) Kindb. 43, 66, 89.
Pterocarya Kunth. 104.
 — *fraxinifolia* Spach. 104.
 — *rhoifolia* Sieb. et Zucc. 104.
Pterygoneurum pusillum (Hedw.) Broth. 23, 62, 87.
Pterygynandrum filiforme (Timm.) Hedw. 57, 68, 77, 157.
Ptilium crista castrensis (L.) De Not. 55, 56, 68, 70, 97.
Pulmonaria 181, 182.
 — *angustifolia* 178.
 — *officinalis* 178, 179, 209, 213.
Pulsatilla Tourn. 135.
 — *patens* (L.) Mill. 135.
 — subsp. *latifolia* (Rupr.) Zä-mels. 135.
 — *patens* Mill. × *pratensis* Mill. 135.
 — var. *Breynii* (Rupr.) 135.
 — *pratensis* Mill. 135.
 — subsp. *Breynii* (Rupr.) 135.
 — var. *flavescens* Hazsl. 135.
Pylaisia polyantha (Schreb.) Br. eur. 55, 68, 80, 90.
Ranunculaceae 132.
Ranunculus L. 135.
 — *acer* L. 137.

- R. acer* L. var. *typicus* Beck. 137.
 — *auricomus* L. 137.
 — var. *typicus* Beck. 137.
 — *breininus* Crantz 137.
 — *bulbosus* L. 136.
 — *cassubicus* L. 137.
 — var. *silvicola* Wimm. et Grab. 138.
 — *ficaria* L. 135, 156, 157.
 — var. *incubens* Schultz 135.
 — f. *dentatus* Beck. 135.
 — var. *divergens* Schultz 135.
 — f. *dentatus*. Beck. 135.
 — *flammula* L. 136.
 — var. *genuinus* Buchen. 136.
 — f. *gracilis* G. T. W. Mey 136.
 — f. *serratus* DC. 136.
 — *lingua* L. 136.
 — var. *glabratus* Wallr. 136.
 — f. *hirsutus* Wallr. 136.
 — *repens* L. 136.
 — var. *erectus* DC. 137.
 — f. *pleniflorus* auct. 137.
 — *polyanthemus* L. 137.
 — *reptans* L. 136.
 — f. *terrestis* Glück. 136.
 — f. *submersus* Glück. 136.
 — *sceleratus* L. 136.
 — f. *pygmaeus* Pupe 136.
Quercus L. 105.
 — *cerris* L. 105.
 — var. *haliphlocos* Lam. et DC. 105.
 — *conferta* Kit. 105.
 — *macranthera* Fisch. et Mey. 105.
 — *mongolica* Fisch. 106.
 — *palustris* Muenchh. 105.
 — *robur* L. 105.
 — var. *cuneifolia* Beck. 106.
 — f. *aureo-variegata* Schneid. 106.
 — f. *laciniata* Schneid. 106.
 — f. *pectinata* Schneid. 106.
 — var. *fastigiata* Spach. 106.
 — var. *typica* Beck. 105.
 — f. *acutifolia* (Bechst.) Aschers. et Graebn. 106.
 — f. *argenteo-marginata* Schneid. 106.
 — f. *concordia* Petz. et Kirchn. 106.
 — f. *cucullata* Petz. et Kirchn. 106.
 — f. *latiloba* Lasch. 106.
Quercus rubra L. 105.
 — *sessilis* Ehrh. 105.
 — var. *sublobata* Schneid. 105.
 — f. *mespilifolia* Wallr. 105.
 — subf. *aureo-variegata* Schneid. 105.
Reseda lutea 164, 169, 187.
 — *odorata* 169, 186, 189, 190, 195.
Rhabdowisia 17.
 — *fugax* Br. eur. 16, 18, 60, 71, 73, 97.
Rhacomitrium 73, 97.
 — *canescens* (Weis) Brid. 25, 26, 62, 74, 75, 97.
 — *heterostichum* (Hedw.) Brid. 25, 26, 62, 71.
 — *microcarpum* Brid. 25, 26, 62, 71.
Rheum L. 111.
 — *palmatum* L. 111.
 — *rhaponticum* L. 111.
Ricinus 145.
Riccia fluitans 156.
 — *natans* 156.
Rhodobryum 29, 30.
 — *roseum* (Weis.) Limpr. 33, 64, 73, 97.
Rhynchostegiella compacta (C. Müll.) Loeske 50, 54, 67, 88, 89, 99, 157.
Rhynchostegium murale (Neck.) Br. eur. 50, 54, 67, 87.
Rhynchostegium rusciforme (Neck.) Br. eur. 50, 54, 67.
Rhytidiadelphus squarrosus (L.) Warnst. 56, 68, 74, 75.
 — *triquetrus* (L.) Warnst. 56, 68, 76, 97.
Robinia 186.
Rodriguezia 187.
Rumex 101.
Rumex L. 108.
 — *acetosa* L. 110.
 — var. *ovalifolius* (Wimm. et Grab.) 110.
 — var. *subglabra* Dans. 110.
 — *acetosella* L. 110.
 — var. *vulgaris* Koch 110.
 — subvar. *lanceolatus* (Wallr.) Aschers. et Graebn. 110.
 — subvar. *latifolius* (Wallr.) Aschers. et Graebn. 110.
 — subvar. *integrifolius* (Wallr.) Aschers. et Graebn. 110.
 — f. *bidens* Beck. 110.
 — f. *minimus* Wallr. 111.
 — subvar. *angiocarpus* Čelak. 111.
 — subvar. *gymnocarpus* Čelak. 111.

- Rumex aquaticus* L. 108.
 — *aquaticus* × *crispus* Hauskn. 111.
 — — × *hydrolapathum* Huds. 111.
 — — × *obtusifolius* Aresch. 111.
 — *confertus* Willd. 109.
 — *confertus* × *crispus* Blocki 111.
 — — × *obtusifolius* Rehm 111.
 — *crispus* L. 109.
 — — var. *unicallosus* Peterm. 109.
 — *crispus* × *obtusifolius* Hauskn. 111.
 — *domesticus* Hartm. 109.
 — *domesticus* Hartm. × *fennicus* Murb. 111.
 — *domesticus* Hartm. × *obtusifolius* L. 111.
 — *fennicus* Murb. 109.
 — — var. *unigrans* Dans. 109.
 — *hydrolapathum* Huds. 108.
 — *maritimus* L. 110.
 — — var. *humilis* Peterm. 110.
 — — var. *ramosus* Zapal. 110.
 — *obtusifolius* L. 109.
 — — var. *agrestis* Fr. 109.
 — — var. *silvestris* (Wallr.) Fr. 109.
 — *paluster* Sm. 110.
 — *salicifolium* Weinm. 108.
 — — subspec. *triangulivalvis* Danser 108.
 — — var. *trigrans* Danser 108.
 — *stenophyllus* Ledeb. 110.
 — *thyrsiflorus* Fingerh. 110.
Ruta graveolens 200.
Sagina L. 125.
 — *nodosa* Fenzl. 125.
 — — var. *glandulosa* Presl. 125.
 — — var. *filiformis* Čelak. 125.
 — *procumbens* L. 125.
 — — var. *glaberrima* Neilr. 125.
 — *saginoides* 154.
 Salicaceae 102, 104, 142.
Salix 103, 215.
Salsola L. 121.
 — *Kali* L. 121.
 — — var. *hirsuta* Hoin. 121.
 — — var. *pseudotragus* Beck. 121.
Salvia 150.
 — *atropurpurea* 209.
 — *coccinea* 169.
 — *pratensis* 149.
Saponaria L. 131.
 — *officinalis* 209.
Sarothamnus scoparius 170.
Saxifraga muscoides 209.
Saxifraga rotundifolia 209.
Scabiosa atropurpurea 170, 209.
 — *orientalis* 209.
Scandix Balansae 209.
 — *Pecten-Veneris* 209.
Schistidium angustum Hagen 26, 62, 79.
 — *apocarpum* Br. eur. 25, 26, 62, 82, 83, 98.
 Schistostegaceae 28, 63.
Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr 18, 63, 71, 73, 97.
Schizanthus pinnatus 209.
Scleranthus L. 126.
 — *annuus* L. 126.
 — — subspec. *eu-annuus* Aschers. et Graebn. 126.
 — *perennis* L. 126.
 — — var. *typicus* Beck. 126.
Scleropodium purum (L.) Limpr. 50, 52, 67, 74, 75, 97.
Scorpidium scorpioides (L.) Limpr. 4, 44, 48, 67.
Scrophularia nodosa 209.
 — *vernalis* 209.
Sedum Kamtschaticum 209.
 Seligeraceae 16, 69, 99.
Seligeria 16, 88.
 — *calcareo* (Dicks.) Br. eur. 16, 60, 87.
 — *Doniana* (Sm.) C. Müll. 16, 60, 87.
 — *pusilla* (Ehrh.) Br. eur. 16, 60, 87.
 — *setacea* (Wulf.) Lindb. 16, 60, 87.
Senecio cruentus 187.
Sesleria coerulea 5.
Sideritis hyssopifolia 209.
 — *montana* 209.
Silene L. 128.
 — *armeria* L. 128.
 — — var. *latifolia* Rchb. 128.
 — *chlorantha* Ehrh. 128.
 — *dichotoma* Ehrh. 128.
 — — var. *erecta* Thellung et Zimmerm. 128.
 — *gallica* L. 128.
 — — var. *anglica* Aschers. et Graebn. 128.
 — *noctiflora* (L.) Fr. 129.
 — *nutans* L. 128.
 — — var. *baltica* Zapal. 129.
 — — var. *glabriuscula* Zapal. 129.
 — — var. *typica* Beck. 128.
 — — f. *lancifolia* Zapal. 129.
 — — f. *obovata* Zapal. 128.

- Silene nutans* L. var. *typica* Beck.
 f. *rosea* Pach. et Jaborn. 128.
 — *tatarica* L. 129.
 — *vulgaris* (Moench) Garcke 128.
 — subspec. *vulgaris* (Moench)
 Garcke 128.
 — var. *vesicaria* (Rchb.) 128.
Sinapis Abyssinica 209.
 — *alba* 209.
Sium erectum 157.
Sorbus 186.
Specularia speculum 169.
Spergula L. 125.
 — *arvensis* L. 125.
 — var. *vulgaris* (Mert. et Koch.)
 Aschers. et Graebn. 125.
 ——— f. *laricina* Aschers. 125.
 ——— f. *linicola* Schwarz. 125.
 ——— f. *subsativa* Zapal. 125.
 — *morisonii* Bor. 125.
Spergularia (L.) Presl. 126.
 — *rubra* (L.) Presl. 126.
 — var. *typica* (Aschers. et Graebn.)
 126.
 ——— f. *arenosa* (Fiori) 126.
 ——— f. *subvestita* Zapal. 126.
Sphagna acutifolia 4.
 — *cuspidata* 4.
 — *subsecunda* 4.
Sphagnum 48, 59.
 — *Dusenii* 4.
 — *fuscum* 4.
 — *rubellum* 4.
 — *teres* 4.
Spinacia L. 119, 145.
 — *oleracea* L. 119.
 — var. *glabra* (Mill.) 119.
 ——— f. *acutifolia* Alef. 119.
 — var. *spinosa* (Mnch.) 119.
Splachnaceae 28, 63.
Splachnum ampullaceum L. 28, 63,
 74, 75, 97.
 — *sphaericum* (L. fil.) Sw. 28, 63,
 71.
 — *vasculosum* L. 28, 63, 71.
Stachys rectus 210.
Stellaria L. 101, 122.
 — *crassifolia* Ehrh. 123.
 — var. *oblongifolia* 123.
 — *graminea* L. 123.
 — *holostea* L. 122.
 — var. *genuina* Rouy et Fouc. 122.
 ——— f. *puberula* Zapal. 122.
 — *longifolia* Mühlenb. 123.
 — *media* (L.) Cyr. 123.
 — var. *oligandra* Fenzl. 123.
 ——— subvar. *genuina* (Čelak.)
 Aschers. et Graebn. 124.
 — *nemorum* L. 123.
 — var. *typica* Beck. 123.
 — *pallida* Piré 124.
 — *palustris* (Murr.) Retz. 123.
 — f. *communis* Fenzl. 123.
 — f. *latifolia* Marss. 123.
 — *uliginosa* Murr. 123.
 — var. *typica* Beck. 123.
Stroemia 38.
 — *gymnostoma* (Bruch.) Hag. 38, 40,
 65, 72, 76, 77.
 — *obtusifolia* (Schrab.) Hag. 38, 39,
 65, 79.
Succovia Balearica 210.
Tayloria tenuis (Dicks.) Schimp. 28,
 63, 71.
Tetragonia expansa 210.
Tetragonolobus siliquosus 210.
Timmiaceae 38, 65.
Timmia bavarica Hessel. 38, 65, 87.
 — *megapolitana* Hedw. 38, 65, 87.
Thalictrum L. 138.
 — *aquilegifolium* L. 138.
 — *flavum* L. 138.
 — var. *genuinum* Regel 138.
 — var. *rufinerve* Regel 138.
 — *lucidum* L. 138.
 — var. *laserpitiifolium* (Koch)
 Hayek 138.
 — var. *stenophyllum* (Wimm. et
 Grab.) Hayek 138.
 — *minus* L. 138.
 — var. *procerum* Regel 138.
 — *simplex* L. 138.
Thamnum alopecurum (L.) Br. eur.
 41, 66, 81, 98.
Thuidiaceae 43, 66.
Thuidium abietinum (L.) Br. eur. 11,
 43, 44, 66, 85.
 — *delicatulum* (L.) Mitt. 43, 66, 72.
 — *Philiberti* Limpr. 43, 66, 82, 83.
 — *recognitum* (Hedw.) Lindb. 43,
 66, 82, 83.
 — *tamariscifolium* (Neck.) Lindb. 43,
 44, 66, 76, 97.
Thunbergia alata 169, 185.
Tortella inclinata (Hedw. fil.) Limpr.
 20, 22, 61, 84, 85, 86, 98.
 — *fragilis* (Drumm.) Limpr. 11, 20,
 22, 61, 86, 87, 88, 99, 100.

- Tortella tortuosa* (L.) Limpr. 3, 20,
 22, 61, 84, 85, 86, 98.
Tortula 20.
 — *muralis* (L.) Hedw. 20, 24, 62, 84,
 85, 86, 98.
 — *lingulata* Lindb. 12, 20, 24, 62,
 84, 85, 86, 100.
 — *pulvinata* (Jur.) Limpr. 20, 24, 62,
 71.
 — *ruralis* (L.) Ehrh. 21, 24, 62, 82,
 83, 98.
 — *subulata* (L.) Hedw. 21, 24, 62,
 82, 83.
Trematodon ambiguus Brid. 16, 17,
 60, 71, 73.
Trichostomum crispulum Bruch. 22,
 61, 87.
 — *cylindricum* (Bruch.) C. Müll. 20,
 21, 61, 79.
Trifolium pratense 159.
 — *repens* 4.
Trigonella coerulea 210.
Trollius L. 132.
 — *europaeus* L. 132, 210.
 — — *var. vulgaris* Roep. 132.
 — — — *f. denticulatus* Zapal. 132.
Tropaeolum minus 169, 210.
Tunica saxifraga 210.
Ulotia 38, 73, 97.
 — *Bruchii* Hornsch. 39, 65, 72.
 — *crispa* Brid. 39, 65, 72.
 — *Ludwigii* 39.
Ulmaceae 106.
Ulmus L. 106.
 — *foliacea* Gilib. 107.
 — — *var. suberosa* Schneid. 107.
 — — *var. variegata* Rehd. 107.
 — *glabra* Huds. 106.
 — — *var. pendula* Rehd. 107.
 — — *var. typica* (Schneid.) 106.
 — — — *subvar. genuina* (Aschers. et
 Graebn.) 106.
 — *laevis* Pall. 106.
 — *procera* Salisb. 107.
Urticaceae 107.
Urtica L. 107.
Urtica dioica L. 107.
 — — *var. vulgaris* Wedd. 107.
 — — — *subvar. angustifolia* Ledeb.
 107.
 — — — *subvar. typica* Pospich. 107.
 — *urens* L. 108.
 — — *f. typica* Aschers. et Graebn.
 108.
Vaccaria Med. 130.
 — *segetalis* (Neck.) Garcke 130.
Vaccinium myrtillus 4.
 — *Vitis idaea* 5.
Vandellia nummularifolia 169.
Verbascum 145, 146, 148, 154, 183.
 — *lychnitis* 186.
 — *nigrum* 186.
 — *phoeniceum* 184, 185, 186, 195,
 210, 213.
 — *thapsus* 169, 186.
Veronica 182.
 — *gentianoides* 181, 182.
 — *spuria var. glabra* 210.
 — *syriaca* 195.
Vicia angustifolia 210.
Vinca major 187.
 — *minor* 156, 210, 213.
 — *rosea* 187.
Vincetoxicum 217.
 — *officinale* 210.
Viola 164.
 — *tricolor* 169, 189.
Viscaria Roehl. 127.
 — *oculata* 169.
 — *vulgaris* Roehl. 127.
 — — *f. albiflora* (Sweet) Aschers. et
 Graebn. 128.
Viscum L. 108.
 — *album* L. 108.
Wahlenbergia pendula 210.
Weisia viridula (L.) Hedw. 20, 21,
 61, 79.
Zaluzianskya selaginoides 210.
Zea 145, 164.
 — *mays* 170.
Zygodon viridissimus (Dicks.) R. Br.
 3, 38, 39, 65, 81, 98.

Data on the Ecology of Bryophytes II

Acidity of the Substrata of Musci

By Arv. Apinis and L. Lācis

In a previous paper on liverworts it was shown that different species in their natural habitats have a particular pH range of their substrata. It is also known for the mosses that the species grow on substrata differing chemically, as e. g. the calcicole and calcifuge musci. In this respect for the substrata of different species there can be expected particular reaction conditions, depending upon the equilibrium of the different active bases and acids or acid substances. Already Kessler (1914) indicates the reaction conditions of the substrata of different musci and the germination of their spores in dependence upon it. Studying the reaction of the substrata of mosses with his particular method A mann (1919—1928) has found for a great number of species different reaction conditions and based on it his ecological classification (see page 3) of musci. During the last 15 years many indications of the pH of the substrata of musci are recorded also in the phytosociological papers by Chodat (1924), Christophersen (1925), Braun - Blanquet and Jenny (1926), Kotilainen (1928 and 1933), Brenner (1930 and 1931) as well as in papers by other authors, which are given in the list of species in the systematical order of the mosses. In recent years special investigations on the pH of the habitats of musci have been published by Montgomery (1931), and Zastrow (1934) has published the results of her experiments on the bog and water mosses.

Materials and Methods

In order to study the pH of the habitats of mosses to a full extent about 2700 moss substrata were collected from different parts of the territory of Latvia and among them was also a small number of substrata from the Silurian limestone district of Estonia. For the habitats of musci the pH was determined directly under the turf of the living moss in the top layer of the substratum. In several species the extreme pH or the maximal and minimal pH were sought, the

most common reaction i. e. the possible optimum being noted at the same time. In the table (pages 60—68) the optimum is usually characterized by the large number of samples for the more closely studied species. But in this paper there was made no attempt to state the pH optimum of the natural habitats because it was difficult to apply the methods common in phytosociology to the different types of the substrata of mosses. The collected samples were brought to the laboratory and there the pH determinations were made colorimetrically, or more often electrometrically by means of the quinhydrone electrode, as described in a previous paper (A p i n i s and D i o g u e s, 1933). The substrata were also treated with 7 per cent HCl and in case of effervescence (at least 2—5 per cent CaCO_3) the samples were marked HCl +, HCl ++ and HCl +++ respectively according to the degree of effervescence, if there was no ebullition of CO_2 — HCl —. For every collected sample the type of the substratum was noted and in some cases also the water conditions.

The Ecological Characteristic of Musci as Based on the pH Range of Their Substrata

Summarizing the data both of this investigation and those scattered in the literature and considering the particular conditions of the habitats of different species we see that every moss species has its own pH range of the substratum. Investigations of a large number of substrata of a species show a minimal and maximal pH or pH of the pH range. We abstained from the determination of the optimal pH in the obtained limits of the pH range by the degree of covering or the vitality of the moss, because such an optimum often may be produced also by other factors. As an optimum may be regarded a more frequent and common occurrence, associated with good development of the moss, in a small pH interval, as at the extreme pH values the moss is found more rarely.

Both the results of our investigations and data found in the literature show that many species have the same pH range of their substrata (although other conditions of their habitats may be different), which gives some basis for the classification of the respective species according to the pH. In ranging a species into a pH interval we characterize it ecologically, which is of importance not only in this paper for the purpose of clearness, but also in the phytosociology in general. A m a n n (1919) tried to characterize the species ecolo-

gically, and according to the degree of acidity of their substrata divided them into the following groups: (1) *Oxyphyllous* or *acidophilous* mosses, which grow only on acid substrata e. g. *Andreaea petrophila*, *Dicranella cerviculata*, *Hypnum uncinatum*, *Pogonatum aloides*, *Polytrichum juniperinum* and others. (2) *Oxyneutrophilous* growing on acid and neutral substrata e. g. *Anomodon longifolius*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum Schreberi*, *Leucobryum glaucum*, *Pohlia nutans* and *Polytrichum formosum*. (3) *Neutrophilous*, growing on neutral substrata e. g. *Amblystegium subtile*, *Dicranum Mühlenbeckii*, *Fissidens bryoides*, *F. exilis*, *Mnium cuspidatum*, *Zygodon viridissimus* and others. (4) *Basineutrophilous* mosses, which grow on alkaline and neutral substrata e. g. *Dicranella varia*, *Ditrichum tortile*, *Hypnum molluscum*, *Tortella tortuosa*, a. o. (5) *Basiphilous* mosses growing on alkaline substrata e. g. *Amblystegium fallax*, *Bryum venricosum*, *Didymodon rubellus*, *Gyrowesia tenuis*, *Leskea nervosa* and others. (6) *Indifferent* mosses — whose substrata are acid, neutral and alkaline e. g. *Anomodon viticulosus*, *Brachythecium salebrosum*, *Dicranella heteromalla*, *Homalothecium sericeum*, *Mnium undulatum* and others. In another paper A m a n n (1924) divided the mosses into four acidity groups: (1) mosses on acid, (2) both on acid and neutral, (3) on neutral, and (4) on alkaline substrata.

The following classifications are given for *Phanerogamae*, but they may be of interest also in the case of mosses.

B r a u n - B l a n q u e t and J e n n y (1926) distinguish four plant groups according to the reaction of the substrata: I. *Acidophilous* species of the pH range 6.7—4.0 (extremely acidophilous, pH 5.—4.0, moderately acidophilous, pH 6.2—5.2, and slightly acidophilous, pH 6.2—6.7. II. *Neutrophilous* species, pH range of the substrata 7.0—6.7. III. *Basiphilous* species, pH range of the substrata $\pm$ 7.5—7.0 (basiphilo — neutrophilous, pH 7.5—6.7). IV. *Indifferent* species grow on acid as well as on alkaline substrata. The authors point out that for some species acidophily or slight acidophily may be combined with basiphily. A m a n n (1928) in his «Bryogéographie de la Suisse» retains his first division of six groups for mosses, and the limits of the pH range are as in B r a u n - B l a n q u e t and J e n n y.

G a m s (1929), considering both the data of literature and his own observations, divided the bog plants into eight groups with different pH inter-

vals: I. *Stenooxyphilous* species, pH range 3—4 (*Sphagnum fuscum*, *Sph. rubellum*, *Sph. Dusenii* and others). II. *Euryoxyphilous*, pH range 3—6 (*Sphagna acutifolia*, *Sph. cuspidata*, species of *Polytrichum*, *Dicranum Bergeri*, *Pleurozium Schreberi*, a. o.). III. *Meioeuryionic* species, pH range 4—7 (*Aulacomnium palustre*, *Paludella squarrosa*, *Helodium lanatum*, *Scorpidium scorpioides*, *Drepanocladus revolvens*, a. o.). IV. *Euryionic* species have pH under 4 and more than 7 (*Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Aneura pinguis*, a. o.). V. *Euri-mesoionic* species have pH 4—6.5 (*Sphagna subsecunda*, *Sph. teres*, *Calliergon stramineum*, *C. cordifolium*, a. o.) VI. *Stenomesoionic* species have pH 5—6.5 and here are named *Calliergon trifarium* and species of *Meesea*. VII. *Eurybasiphilous* bog species have pH 5.2—8.0 (*Acrocladium cuspidatum* and *Camptothecium nitens*). VIII. *Stenobasiphilous* species have pH 6.8—9 (*Cratoneuron commutatum*, *Pellia Fabbrioniana*, a. o.).

On a basis of a great number of pH determinations of soils Brenner (1931) divided the northern vascular plants into ten groups:

I. Indifferent group includes plants which are found in equal abundance in every class of pH without any optimum in any one pH class, as e. g. *Carex Goodenoughii*, *Festuca ovina* and *Molinia coerulea*.

II. Neutrofuge indifferent are those plants which occur in all classes of pH, except the neutral (pH 6.5—7.5), as e. g. *Agrostis canina*, *Comarum palustre* and *Aulacomnium palustre*.

III. Hyperacidofuge indifferent or hyperacidofugeous (pH 5—7.5) group contains plants which do not show good development at a very acid reaction, but otherwise are indifferent to the reaction, as e. g. *Achillea millefolium*, *Anemone hepatica*, *Trifolium repens*, a. o.

IV. *Hypermesoacidophilous* group contains plants which prefer a very acid and moderately acid (pH about 3—6) substratum, and are rare on slightly acid and neutral soils, as *Vaccinium myrtillus*, *Eriophorum polystachium*.

V. *Mesohypoacidophilous* group of plants has a flat optimum at moderately acid and slightly acid reaction (pH about 5—6.5), and is rare at other reactions (*Deschampsia caespitosa*, *Carex flava*, *Anemone nemorosa*, a. o.).

VI. Hypoacidoneutrophilous group has the optimum on slightly acid and neutral soil (pH about 6—7.5), and is rare on acid soil as *Carex capillaris*, *Primula farinosa*, a. o.

VII. Hyperacidophilous group of plants has a narrow pH amplitude in the acid pH range about 3.0—5.0, as *Calluna*, *Vaccinium*, *Vitis idaea*, *Deschampsia flexuosa*, *Eriophorum vaginatum*, a. o.

VIII. Mesoacidophilous group has a pronounced optimum at a moderately acid reaction (pH 5.5—6.0). Plants of this group have a wide pH range and if there is no pronounced optimum they may be grouped as mesohypoacidophilous or indifferent.

IX. Hypoacidophilous group contains plants of a pronounced optimum at slightly acid reaction, pH about 6.0—6.5, as e. g. *Carex dioica*, *C. panicea* and *Eriophorum latifolium*.

X. Neutrophilous group contains plants which always grow on practically neutral soil (pH about 6.5—7.5), and on slightly acid soil are rare, while their reaction amplitude is wider on the alkaline side, e. g. *Carex diversicolor*, *Sesleria coerulea*, *Cypripedium calceolus*.

According both to the pH value of the substrata of lichens and the breadth of the pH range of individual species Mattick (1932) distinguishes: acidophilous lichens, which grow mainly on acid substrata, basiphilous, which grow on alkaline substrata, neutrophilous, which grow mainly on neutral substrata, and neutral, which grow on substrata of very different reaction. Lichens of a narrow reaction range are called stenotonic, those of a wide range — eurytonic.

The above-mentioned divisions show that in the characterization of the acidity of substrata of plants there are great differences both in the nomenclature and in the pH intervals. Another characteristic feature is that some authors divide or characterize the species according to the observed optimal growth conditions (Brenner, Mattick), while others (Gams) try to characterize the species according to the whole pH interval at which the respective species are found in natural habitats. In applying these divisions certain difficulties arise also from the fact that even for individual species in the corresponding ecological groups the physiological character of the pH interval is not yet clear. The ecological nature of the pH interval of the species in the habitats is not

based only on the pH amplitude, but it depends also on the combination of cH with other factors of the habitat. The pH interval of the species or ecotype found in the natural habitat is therefore not to be regarded as a possible bare cH fluctuation but as a complexity of factors in the habitats of the respective plants, as the causes for the cH of almost every characteristic substratum type may be different. However, this does not lessen the ecological value of the pH as a complex factor, but even emphasizes its significance. The collecting and systematizing of the data observed in habitats may have some reason, because the collected material is the basis for further experimental work in the analysis of conditions of plant habitats. At present the experimental data are not numerous. However, possessing sufficient data of observed pH of habitats, knowing also the physiological value of the pH in general and at the same time having understood the nature of pH in the habitats, we may be able, considering only the observed pH of habitats, to give a certain preliminary ecological characteristic for individual species. On the basis of their observations the above-mentioned authors have already done this in their divisions. Therefore it would only remain to choose some of the above-mentioned divisions to give an ecological characteristic for, or to group according to the pH conditions of the substrata, the mosses studied.

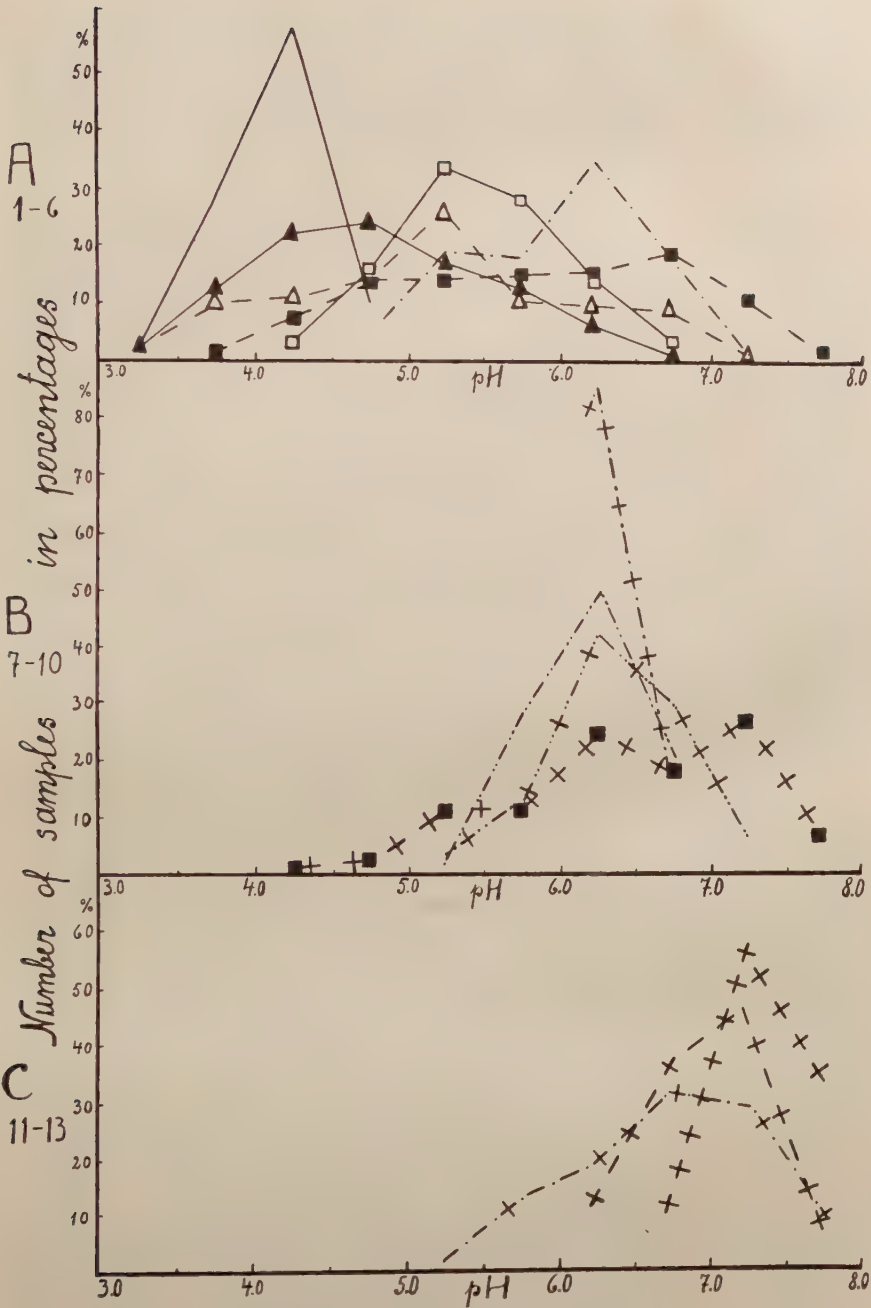
But for some reasons already mentioned these groupings could not be applied. The idea of grouping the mosses according to the optimum pH in the ecologically related pH groups, as is done by Brenner and Mattick, was abandoned at the very beginning of the work. It is rather difficult to observe such optima for mosses on substrata of different types, as these optima, as already mentioned, may be the result of other factors of the habitat. More significantly, the different pH groups of plants may be characterized by the minimal and maximal cH or pH, as is done by Gams (1929).

But also this division has a great diversity as regards the pH intervals of the plant groups. But as this division characterizes the species with the whole pH amplitude, the pH amplitudes of the species composing the group must characterize the whole pH interval of the group. Taking into consideration this and the results of experiments on the physiological value of pH, both our own and those found in literature, as well as the ecological nature of the acidity of substrata of mosses, and the type of substrata of individual species, we have divided the 322 species into 13 groups.

- I. **Hyperacidophilous (hya)** — the pH interval of the substrata is 3.0—4.5 (see page 70). It corresponds both to Gams' stenooxyphilous (pH 3—4) and Brenner's hyperacidophilous plant groups.
- II. **Mesoacidophilous (ma)** — the pH interval of musci substrata is 4.6—6.5 (see pages 70—73). This group partly corresponds to both Gams' eurymesoionic (4—6.5) and stenomesoionic (5.0—6.5) bog plant group, as well as to Brenner's mesohypoacidophilous plant optimum.
- III. **Acidophilous (a)** — the reaction interval of this group is wide, pH (3.0) 3.5—6.5. It corresponds almost entirely to A mann's oxyphilous group, Mattick's acidophilous-euryionic pH interval for lichens and Brenner's hypermesoacidophilous plant optimum. The reaction of the substrata of acidophilous mosses corresponds also to Gams' euryoxyphilous (pH 3—6) bog plant group. For the musci belonging to this group see page 74.
- IV. **Neutroacidophilous (na) or acidoneutrophilous (an)** — to this group belong musci, whose pH interval is (3.0) 3.5—7.1. For list of species see page 76.
- V. **Mesoacidoneutrophilous (man) or neutromesoacidophilous (nma)** — the pH interval of the substrata of these musci is 4.6—7.1. For list of species see page 77. The pH interval both of A mann's acidoneutrophilous and Gams' meioeuryionic (pH 4—7) bog plant groups has close relation to this group of musci.
- VI. **Euryionic (e)** — the substrata of musci forming this group have a very wide pH interval: (3.0) 3.5—8.0 (8.5). It corresponds both to Gams' euryionic bog plant group and Brenner's indifferent plants. It contains only three species (see pages 77—78).
- VII. **Hypoacidophilous (ha)** — the interval of the reaction of substrata is pH 5.6—6.8. It is very near to Gams' stenomesoionic bog plant reaction and Brenner's hypoacidophilous (pH 6—6.5) plant optimum. For list of species see page 79.
- VIII. **Hypoacidoneutrophilous (han) or neutrohypoacidophilous (nha)** — the pH interval of substrata is 5.6—7.1. It partly corresponds to Brenner's hypoaicineutrophilous plant optimum (pH about 6—7.5). For list of species see page 80.

- IX. **Neutrophilous (n)** — the pH interval of substrata is 6.5 — 7.1. Data for this group are not very numerous. For list of species see page 81.
- X. **Meioeuryionic (me)** — pH interval of musci substrata is 5.0 — 8.5. It is near to Brenner's hyperacidofuge-indifferent or hyperacidofugeous plant group. For list of species see page 82.
- XI. **Hypoacidobasiphilous (hab)** or **basihypoacidophilous (bha)** — the pH interval of substrata is 5.6 — 8.5. The reaction of Gams' eurybasiphilous (pH 5.2 — 8.0) bog plants is near to the reaction of substrata of both this group and the previous one.
- XII. **Neutrobasiphilous (nb)** or **basineutrophilous (bn)** — the pH interval of substrata is 6.5 — 8.5. If the species is found more often on alkaline than on neutral substrata it is called neutrobasiphilous, but when it is more often found on neutral than alkaline substrata, it is called basineutrophilous. In the same sense the nomenclature is applied to hypoacidobasiphilous, hypoacidoneutrophilous, neutrohypoacidophilous, neutroacidophilous and mesoacidophilous musci respectively. The pH interval of neutrobasiphilous musci is near to Brenner's neutrophilous (pH 6.5 — 7.5) plant reaction. For list of species see page 87.
- XIII. **Basiphilous (b)** — pH interval of substrata is 7.0 — 8.5. It corresponds to Gams' stenobasiphilous (pH 6.8 — 9) bog plant group.

This division of musci according both to the pH interval of the substrata and the nomenclature is related to those of Gams (1929) and Brenner (1931). These 13 groups comprise the pH amplitudes of all musci and make it possible to include every particular pH range of any species. Out of all the groups the euryionic one has the widest pH amplitude of the substrata, while the neutrophilous has the narrowest one. The number of samples corresponding to each 0.5 pH unit of every group as seen from tables (pages 70—89) characterizes every ecological group of mosses as a unit. The curves of the number of samples also show the relation of the groups. The 13 groups in the following figure are divided into three classes: A — in the upper part of the figure 1 are the curves of the hyperacidophilous, mesoacidophilous, acidophilous, mesoacidoneutrophilous, acidoneutrophilous and euryionic groups,



- A**
1. — Hyperacidophilous
 2. □ — Mesoacidophilous
 3. ▲ — Acidophilous
 4. - - Mesoacidoneutroph.
 5. △ — Neutroacidophilous
 6. ■ — Euryionics

- B**
7. - - - Hypoacidophil.
 8. - + - Hypoacidoneutr.
 9. - + Neutrophilous
 10. + + ■ Meioeuryionics
- Fig. 1**

- C**
11. + - - Hypoacidobasiph.
 12. + - Neutrobasiphil.
 13. + + Basiphilous

B — in the middle are the curves of hypoacidophilous, hypoacidoneutrophilous, neutrophilous and meioeuryionic groups, and C — in the lower part the curves of the hypoacidobasiphilous, neutrobasiphilous and basiphilous groups.

Calciphily of Musci

In the conditions of our habitats calcium carbonate plays a considerable rôle in the slightly acid, neutral and alkaline substrata, (see page 91), and therefore in testing the substrata with 7 per cent HCl it was attempted to characterize the «general calcium conditions» for every species. Without entering into the lime problem in its entirety (see also page 84 and Grebe 1918, Watson 1918, Richard 1932, A m a n n 1928 a. o.) it is to be noticed that according to the substrata of their habitats musci are often called calcicole, calcifuge or indifferent. Pesola (1929) has divided into smaller units the vascular plants of Finland according to the lime content of their substrata. The calcicolous plants are divided by him into three groups: the obligate calciphilous plants grow only on calcareous rocks, while the calciphilous grow usually on calcareous rocks but occur occasionally in poor development also on rocks poor in lime. Among the indifferent plants all those preferring calcareous rocks are called subcalciphilous. The indifferent plants grow equally well both on substrata poor in lime and calcareous ones. According to their relation to calcium carbonate of soils the calciphobous plants are divided into two groups: the subcalciphobous and calciphobous. The latter never occur on calcareous soils, while the former sometimes are found on it only in poor development. The division of Pesola may be used for musci, although it lacks a precise criterion or boundaries. In order to shutt out every subjectivity in the ecological characterization and get an objective characterization of the calciphily and calcifugy of species, it is attempted to use the number of samples both of the reacting and not reacting with 7 per cent HCl. In case of calciphily a certain characterization may give the relation of the number of positively reacting samples to the number of all tested samples, as e. g. in the case of *Barbula rigidula*, where all 22 samples tested gave HCl ++ — ++++, i. e. the relation is $\frac{22}{22} = 1$. In this case calcifugy was expressed as $\frac{0}{22} = 0$. In the case of *Dicranella cerviculata* the 21 samples

tested gave a negative reaction with HCl. For this species calciphily is 0, calcifugy being 1. In the case of *Thuidium abietinum* 14 samples were tested with HCl, seven of them gave a positive and seven a negative reaction, i. e. calciphily would be $\frac{7}{14} = \frac{1}{2}$, and calcifugy $\frac{7}{14} = \frac{1}{2}$. According to the samples tested this species should be regarded as indifferent. However, to characterize with one number the calciphily or calcifugy of some species, it is simple and convenient to express it as the difference between these two relations. In the case of *Thuidium abietinum* it will be $\frac{7}{14} - \frac{7}{14} = 0$, but in the case of *Barbula rigidula* as a calciphilous species the difference will be $\frac{22}{22} - \frac{0}{22} = 1$. For *Dicranella cerviculata* the difference of these relations is $\frac{0}{21} - \frac{21}{21} = -1$. In case of *Encalypta contorta* out of 47 samples 32 gave a positive and 17 a negative reaction. The difference of the two relations is $\frac{32}{47} - \frac{17}{47} = +0.32$. Therefore we see that in the case of an ideal calciphily the difference is +1, in the case of calcifugy — 1, and in the case of ideal indifference 0. For *Encalypta contorta*, which is partly calciphilous, the difference is a positive fraction, and in the case of a certain calcifugy this fraction would be negative. Expressing this difference for any species in terms of its lime index, ci, its expression would be: $ci = \frac{m}{m+n} - \frac{n}{m+n}$, where m is the number of positively reacting, n the number of negatively reacting samples, and m + n the number of all samples tested with 7 per cent HCl. If the number of samples tested is sufficiently large, ci will be a good characteristic for any species. Ci would still better express the calciphily or calcifugy of any species if instead of m and n were used the numbers of the degree of covering or vitality, which for different reasons could not be carried out in this work. For our purposes it is sufficient to retain from Pesola's above-mentioned six groups only five — the calciphilous, subcalciphilous, indifferent, subcalciphobous and calciphobous, and it remains to characterize them with numerical values of the lime index (ci). For the **calciphilous** musci, as e.g. *Gymnostomum calcareum*, *Eucladium verticillatum*, *Cratoneuron* species and others, the limits of this index are $ci = +0.91$ to $+1.0$, for **subcalciphilous** musci, as e.g. *Tortella fragilis*, *Barbula fallax*, *B. unguiculata*,

$ci = +0.31$ to $+0.90$, for indifferent, as e. g. *Distichium capillaceum*, *Tortula lingulata* and *Bryum ventricosum*, $ci = \pm 0.30$, for subcalciophobic, as e. g. *Fissidens pusillus* and *Ceratodon purpureum*, $ci = -0.31$ to -0.90 , and for calciophobic, as e. g. *Orthodicranum montanum*, *O. flagellare*, *Dicranum Bergeri* and others, $ci = -0.91$ to -1.0 . The lime index calculated for some musci species is mentioned at the respective place in the text and in tables on pages 70—89. The comparison of the cH groups of musci and the relation of these groups to the $CaCO_3$ content of the substrata i. e. to the calculated average ci are found in the table on page 91.

In the following list are given in systematic order 322 musci with a short description both of the substrata of their habitats and the pH range of the substrata or single pH numbers. Substrata tested with 7 per cent HCl are marked HCl + (slight reaction), HCl ++ (moderate reaction) and HCl +++ (strong reaction). There are given also the pH data of the substrata found in literature which together with our data in many cases give a sufficiently precise idea of the pH conditions of the habitats of the respective species. As already said above, for some species the established pH characterizes the species as certain ecological types. For several species the data for the pH of the substrata are not sufficiently large and therefore their classification as acidophilous, neutrophilous, etc. is marked with a note of interrogation. An attempt is made to give for the families and genera a short general account of their relation to the acidity of substrata, as far as the species are noted in this list. The acidity of the substrata of some families and genera is given also in curves on pages 20, 27, 30 and 53.

Andreaeales

Andreaeaceae

Andreaea petrophila Ehrh. On granite stones, pH 4.0 and 4.2; HCl —. According to A m a n n (1919 and 1928) acidophilous (pH 4.0—6.5). The Estonian habitats are described by Malta (Acta Horti Bot. Univ. Latv. V. 1930. p. 86).

Bryales

Fissidentaceae

Our species of the genus *Fissidens* are found upon sandstone (Old Red), Devonian dolomite, Silurian limestone, wet loamy or peaty soil and in water at the reaction interval of

pH 4.5—8.0. In general, the substrata of *Fissidens* are somewhat acid for the hypoacidophilous species as *F. pusillus*, *F. bryoides* and *F. exilis* but also for the euryionic *F. adianthoides*, neutral or alkaline for the basiphilous *F. crassipes*, *F. Arnoldi* and *F. cristatus*, and always more or less rich in nutrient substances.

Fissidens pusillus Wils. Particular species upon Middle Devonian sandstone (Malta 1926), pH 6.0—6.95, in n/2 KCl solution pH 5.2—7.3. Two of 13 samples give HCl + (subcalciophobic). According to Amann (1919) neutrophilous. Hypoacidoneutrophilous.

F. bryoides (L.) Hedw. On loamy soil on slopes, pH 5.55—6.79, in KCl (n/2) solution pH 5.6—6.9; one sample HCl +. Var. *gymnandrus* on sandstone pH 6.7 (in KCl solution pH 6.85). According to Amann (1919) — neutrophilous. Hypoacidoneutrophilous.

F. exilis Hedw. On sandy loam in forest pH 6.0, HCl —. According to Amann (1919) neutrophilous. Hypoacidophilous (?).

F. Arnoldi Ruthe. Upon wet dolomite, pH 8.00 (in n/2 KCl solution pH 8.4) and pH 7.3. Basiphilous.

F. crassipes Wils. In rivers submerged on dolomite, pH 7.52, HCl ++++. Basiphilous.

F. osmundoides (Sw.) Hedw. Grows on peaty soil, upon roots in swampy forests and at the foot of Middle Devonian sandstone cliffs. The reaction of substrata pH 5.3—6.25, HCl —. Kotilainen (1933) mentions pH 6.7, Brenner (1931) notes for this species pH 5.8. Hypoacidophilous.

F. taxifolius (L.) Hedw. In this country grows on loam and loamy marl in deciduous forests, especially on the slopes, but also on the soil cover of limestone cliffs. The reaction of the tested substrata varies from pH 5.86 to 7.36, in n/2 KCl solution pH 5.5—7.1. Neutral and alkaline samples give HCl + (subcalciophobic, $ci = -0.37$). Montgomery (1931) notes pH 7.4. According to Amann (1919) basineutrophilous. Hypoacidobasiphilous.

F. adianthoides (L.) Hedw. Grows upon wet soil, stones, dolomite cliffs, upon wet peat in grass bogs and in swampy forests. Reaction of substrata pH 4.52—7.70, most samples showing pH 5.2—7.2. Amann (1928) reports pH 7.0 and 7.1, Eklund (1929) gives pH 6.4, Montgomery (1931) — pH 7.0, Redinger (1932) — pH 4.9 and 6.5 and Brandt (1933) pH 5.7—6.4. Euryionic or rather meioeuryionic. Zastrow (1934) has

observed that in its natural habitats this species is greatly dependent on the calcium proportion. In cultures there was a great adaptation to an alkaline medium, in which stronger plants had developed than in neutral or slightly acid water, at pH 5.0—6.2 the growth was small and the moss even perished. In water cultures maximum was 350 mgr., optimum about 300 mgr. and minimum about 50 mgr. CaO per litre. Iron¹⁾ is endured in small concentrations: 0.1—0.5 mgr. Fe₂O₃ per litre already detains growth. In general the observations of Zastrow are in good accordance with the pH given above, although in natural habitats in Latvia and other countries this species is found on substrata of pH about 5.0. It is quite possible that owing to the «polymorphism» of the species, there are ecotypes which endure a more acid reaction than the ecotypes used in Zastrow's experiments.

F. cristatus Wils. Grows upon dry soil containing lime, especially in the Silurian limestone district of Estonia and Middle Devonian dolomite district of Latvia. Samples from the shore of Lake Kanieris show high lime content and pH 7.27—7.83. Basiphilous.

F. Julianus (Savi) Schimp. In the water of Lake Usma. According to V. Ozoliņš the reaction of water fluctuates between pH 7.2—7.8, in average pH 7.5. Basiphilous. Zastrowa (1934) has found that it does not endure extreme pH values, best growth being at the medium ones. Does not prefer large quantities of lime in solution, but is sensitive to acid reaction. Optimum of pH is about 7—8.

Ditrichaceae

Some of the representatives of this family — the mesoacidophilous species (*Pleuridium alternifolium*, *Ditrichum tortile* and *D. tenuifolium*) grow upon a substratum which does not contain much alkali, not even Ca- and Mg- carbonates, and therefore is rather acid (pH 4.8—5.9). The basihypoacidophilous *Ditrichum flexicaule*, the neutrobasiphilous *Distichium capillaceum* and the basiphilous *D. inclinatum* have a substratum which contains larger quantities of carbonates (HCl +—+++), the reaction of the tested samples ranging from pH 6.0—7.8. *Ceratodon purpureus* appears on

¹⁾ Considering that the solubility of iron is dependent upon the pH of the solution, the content of iron is more or less significantly coupled with the observed pH range of the habitat. For this reason here and lower down is given for some other mosses the maximal content of iron found by Zastrow (1934) for cultures, the same content very often being observed also in natural habitats.

leached acid sand and peat (pH 4.0—5.5) as well as on substrata rich in bases (pH 6.1—7.5). Presumably different forms (see Malta p. 90, 1930) or ecotypes are responsible for this wide pH interval of the substrata of this species.

Pleuridium alternifolium (Dicks.) Rabenh. Grows upon bare sandy humous soil, or sandy loam, pH 5.3—5.85, in n/2 KCl solution pH 4.9—5.4; HCl —. Mesoacidophilous.

Ditrichum flexicaule (Schleich.) Hampe. In limestone and dolomite districts upon lime-containing soil (samples HCl +++), in gravel pits, etc., pH 6.09—7.16. According to Braun-Blanquet (1926) pH 5.1 and 6.2. Basihypocacidophilous. According to Amann (1919) basiphilous.

D. tortile (Schrad) Lindb. Is found upon sandy loam, pH 4.83, 4.9, 5.0 and 5.55; HCl —. Montgomery (1931) notes pH 4.2. Mesoacidophilous.

D. tenuifolium (Schrad.) Lindb. On humous sand, pH 5.04, 5.17, 5.82 and 6.06; HCl —. Mesoacidophilous.

Ceratodon purpureus (L.) Brid. Grows upon humous and sandy soil, in forests upon stumps and stones, on Middle Devonian sandstone as well as on lime-containing (HCl +) substrata, pH 3.60—7.53, most samples showing pH 4.5—7.5. Montgomery (1931) notes pH 4.8—6.4 (4.6—7.6). Euryionic, usually mesoacidoneutrophilous.

C. cönicus (Hampe) Dix. PH 6.44; HCl —. Hypoacidophilous (?). According to Amann (1928) acidophilous (pH 4.0—6.5).

Distichium capillaceum (Sw.) Br. eur. Common in the districts of the Silurian limestone and Devonian dolomite on limestone, sandstone and lime-containing soil. H-ion concentration tested in the lower part of moss tufts was pH 6.35—7.45. Most samples give pH 6.8—7.0. Sandstone samples give pH 6.4—7.0. About two thirds of the samples give HCl +, ci = 0.15 (indifferent?). Amann (1928) states pH 6.9—7.0. Neutrobasiphilous.

D. inclinatum (Ehrh.) Br. eur. Is found upon Silurian limestone and soil rich in lime, pH 6.60—7.23—7.77; HCl ++. Amann (1928) notes pH 6.9—7.0. Basiphilous (Amann 1924).

Seligeraceae

The tiny *Seligeria* species grow on dolomite and Silurian limestone; therefore the reaction of their substrata should be expected to be only alkaline. Nevertheless, as several tested samples show (the material being taken from the rock-surface) their reaction is also neutral or even slightly acid. Owing to the insufficient material the reaction of the substratum of *Seligeria* species could not be determined better.

Seligeria Doniana (Sm.) C. Müll. On Silurian limestone, pH 7.0 and 7.2. Basiphilous (A mann 1919).

S. pusilla (Ehrh.) Br. eur. On Silurian limestone, pH 6.5, 7.0, 7.5 and 8.01. Neutrobasiphilous(?).

S. calcarea (Dicks.) Br. eur. On Silurian limestone, pH 6.44, 6.87 and 7.40. Neutrobasiphilous(?).

S. setacea (Wulf.) Lindb. Grows on Devonian dolomite and on Silurian limestone, pH 6.48, 7.06 and 7.5. Neutrobasiphilous(?).

Dicranaceae

In Estonia and Latvia are found 27 species of this family and 23 of them — especially those of the genera of *Dicranum*, *Orthodicranum* and others — grow only on acid substrata. To the hyperacidophilous mosses belong four species: *Orthodicranum flagellare*, *O. montanum*, *Dicranum Bergeri* and *D. spurium*. To the mesoacidophilous belong 12 species, among them *Anisothecium vaginale*, *Trematodon ambiguus* and *Rhabdoweisia fugax*. To the acidophilous (the pH range of the acid substratum is wider than that of the former group) belong seven species, for example, *Dicranella cerviculata*, *Dicranum scoparium*, *D. undulatum* and others. Four species grow on slightly acid, neutral and alkaline substrata, these are: the hypoacidophilous *Anisothecium rufescens*, the hypoacidoneutrophilous *A. crispum*, and the hypoacidobasiphilous *A. rubrum* and *Dichodontium pellucidum*. The substrata of the last three species are often rich in lime. *Anisothecium rubrum* and *Dichodontium pellucidum* may be regarded as the only calciphilous plants in this family, as seen also by the pH range of their substrata.

In the genera *Anisothecium* and *Dicranella* two species are extremely different as concerns the reaction of their substrata: the acidophilous *Dicranella cerviculata* grows upon very acid soil, containing organic matter to a high degree, but the hypoacidobasiphilous *Anisothecium rubrum* grows upon

lime-containing neutral or alkaline substratum — usually on marly loam. All other species, as concerns the acidity of their substrata, range between these two.

Many species, especially those of the genus *Dicranum* (see fig. 2 on p. 20) are widely distributed on acid substratum rich in organic matter but free from lime (calciphobous). Other species, especially those of the genera *Anisothecium*, *Dicranella* (except *D. cerviculata*), *Rhabdoweisia* and others grow on less acid mineral substratum, as, for example, on sandstone.

Trematodon ambiguus Brid. Grows upon fresh humous sandy or peaty soil, pH 4.62, 4.77, 4.81, 5.07 and 5.13; HCl —. Mesoacidophilous.

Anisothecium rufescens (Dicks.) Lindb. Found upon loamy soil, pH 5.88 and 6.51; HCl —. Hypoacidophilous (?).

A. crispum (Schreb.) Lindb. Grows on loamy soil, pH 6.24, 6.38 and 6.93 (pH in n/2 KCl solution 5.96 — 6.58); HCl +. Hypoacidophilous or hypoacidoneutrophilous (?).

A. vaginale (Dicks) Loeske. Grows on Devonian as well as on Cambrian sandstone and on loamy soil, pH 4.82 — 6.45. The samples of the Cambrian sandstone show pH 4.82 — 5.89, those of the Middle Devonian sandstone — pH 5.55 — 6.45. All substrata give HCl —. Mesoacidophilous.

A. rubrum (Huds.) Lindb. (*Dicranella varia*). Grows on loamy soil, on marl, or on lime-containing Middle Devonian sandstone, pH (5.72) 6.17 — 8.15. All samples give HCl +++—++++. A mann (1928) notes pH 6.8 — 7.0. Basineutrophilous (A mann 1919) or Hypoacidobasiphilous.

Dicranella subulata (Hedw.) Schimp. Upon Middle Devonian sandstone and loamy soil, pH 5.0 — 6.05; HCl —. Sandstone samples have pH 5.6 — 6.1. A mann (1928) notes pH 6.6. Mesoacidophilous.

D. cerviculata (Hedw.) Schimp. Grows upon peat, humous sandy soil and Cambrian sandstone, pH 3.58 — 5.70 (6.54). HCl — (calciphobous). Acidity of Cambrian sandstone pH 4.38 — 5.68. Brenner (1931) notes pH 2.8. Acidophilous.

D. heteromalla (Dill., L.) Schimp. Grows on Middle Devonian sandstone, humous sand and loamy sand, pH ranges from 3.76 — 6.87, mostly about 4.0 — 6.0 (in KCl solution

pH 3.75—7.4); HCl —. Montgomery (1931) notes for this species pH 3.8—7.0. Neutroacidophilous.

Dicranodontium longirostre Br. eur. On decayed tree trunks, pH 3.84, 3.96, 4.61, 4.75 and 4.96; HCl —. Acidophilous.

Rhabdoweisia fugax Br. eur. Grows on Middle Devonian sandstone of the Gauja, pH 4.14—6.0, in n/2 KCl solution pH 3.9—5.3; HCl —. Mesoacidophilous.

Cynodontium torquescens Limpr. On Middle Devonian sandstone, pH 4.72—6.30, in n/2 KCl solution pH 3.9—5.7; HCl —. Mesoacidophilous.

Cynodontium strumiferum (Ehrh.) De Not. On Middle Devonian sandstone, granite stones (Malta 1930), pH 4.56 and 4.96. Mesoacidophilous.

Dichodontium pellucidum (L) Schimp. Grows on wet granite stones, Devonian sandstone and dolomite on river banks, pH 5.5—7.26 for the samples tested. Neutral and alkaline samples give HCl +. Hypoacidobasiphilous.

Kiaeria Blyttii (Schimp.) Broth. Grows on decayed wood and Middle Devonian sandstone, pH 4.63 and 5.5 Mesoacidophilous (?).

Orthodicranum montanum (Hedw.) Loeske. Grows generally in forests upon decayed wood, pH 4.04—4.63. Hyperacidophilous.

O. flagellare (Hedw.) Loeske. Grows usually upon decayed wood and humous sandy soil in forests, pH 3.7—4.73. Montgomery (1931) notes pH 4.6. Hyperacidophilous.

Dicranum viride (Sull. et Lesq.) Lindb. Grows upon the bark of deciduous trees, pH 5.1 and 5.4. Mesoacidophilous.

D. Mühlenbeckii Br. eur. The acidity tested in the lower part of the moss tufts, where humous sand is stored, showed pH 4.69, 5.21 and 6.02. Christophersen (1925) notes pH 5.5—6.8, Braun - Blanquet (1926.) — pH 4.3—4.8. Mesoacidophilous.

D. fuscescens Turn. Found on decayed wood; pH 4.04, 4.73 and 5.49. Acidophilous (?).

D. majus Turn. Grows generally in our deciduous forests on humous soil, pH 3.60—4.91 (6.0). Acidophilous.

D. scoparium (L.) Hedw. Grows in coniferous, but also in deciduous forests on humous sandy soil, raw forest peat and decayed wood, pH 3.60—6.09, mostly about 3.8—5.4.

According to Christophersen (1925) the H-ion concentration of raw humus and peat shows pH 3.6—4.2—

—4.6. A m a n n (1928.) gives pH 6.0—7.1, R ü h l (1928) notes pH 4.1—5.5, M o n t g o m e r y (1931) gives pH range 4.0—5.6 (3.8—6.4). K u p f f e r (1931) records this species in deciduous and mixed forests of the Moric-sala, where H-ion concentration of raw humus and humous sand varies from pH 3.3—5.1 (6.1). B r a n d t (1933) notes this species in forests, where the reaction of the soil (10 cm. depth) was pH 3.5—6.8. Acidophilous.

D. Bonjeani De Not. Grows generally in swampy meadows and low bogs, pH 4.28—6.25. C h r i s t o p h e r s e n (1925) states H-ion concentration of sandy humus in grass-sedge heath with *D. Bonjeani* pH 4.1—4.4. K o t i l a i n e n (1928) mentions pH 5.4, B r e n n e r (1930) — pH 5.8, B r a n d t (1933) — pH 3.5—4.1. Acidophilous.

D. undulatum Ehrh. Grows generally in our dry coniferous woods on humous sand or raw forest humus, pH 3.4—5.70. R ü h l (1928) notes pH 3.6—5.0, B r e n n e r (1931 and 1933) — pH 3.9—4.8 and B r a n d t (1933) — pH 3.9—4.8—6.5. The *Carpinus* wood soil shows pH 4.9 and 5.2 (K i r s t e i n s and E i c h e 1934). Acidophilous.

D. Bergeri Bland. Grows usually in *Sphagnum* bogs, pH 3.65—4.73. Hyperacidophilous.

D. spurium Hedw. Grows generally in dry pine woods upon humous sand, pH 3.45—3.96 Hyperacidophilous.

D. robustum Blytt. In coniferous forests on limestone debris and humous sand, pH 4.3 and 5.2 Mesoacidophilous (?).

Paraleucobryum longifolium (Ehrh.) Loeske. Common upon granite stones. H-ion concentration tested in the lower part of moss tufts shows pH 4.21—5.19. Mesoacidophilous.

Leucobryaceae

Leucobryum glaucum (L) Schimp. Grows usually in coniferous forests, meadows and edges of bogs in Western Latvia, pH 4.10—5.87. G a m s (1929) notes pH 3.0—6.0, M o n t g o m e r y (1931) notes pH 4.6—5.0. Acidophilous.

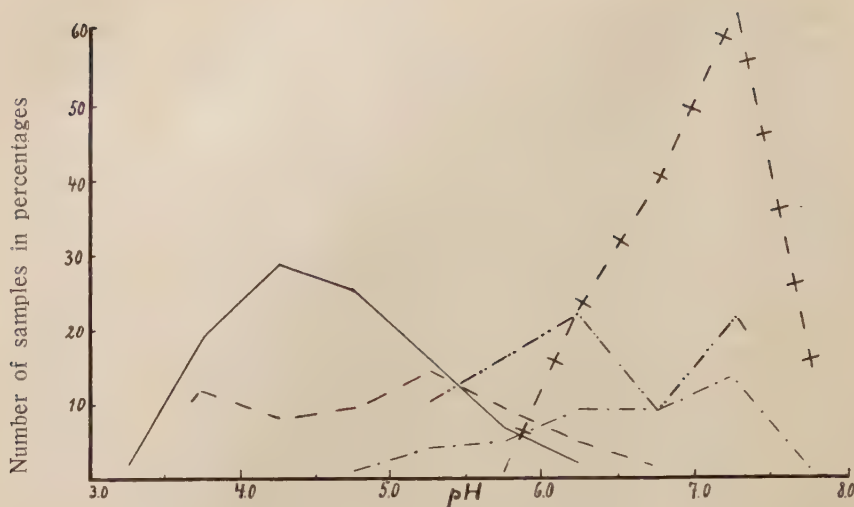


Fig. 2. pH curves of *Anisothecium* — — —, *Dicranella* — — —, *Dicranum* — · — ·, *Barbula* — + — + and *Tortula* — · · · —

Pottiaceae

Concerning the reaction of their substrata, most of the representatives of this family are in contrast to the previously described *Dicranaceae* (see fig. 2). Most species of *Pottiaceae* grow only on a substratum rich in lime, as on limestone, dolomite, sandstone rich in CaCO_3 , marly loam and calcareous gravel soil, and they never occur on an acid substratum. Therefore this family must be regarded as the most typical calcicole group of the mosses. The characteristic basiphilous species are: *Eucladium verticillatum*, *Gymnostomum rupestre*, *Didymodon tophaceus*, *Desmatodon cernuus* and *Cinclidotus danubicus*. Close to them are the neutrobasiphilous species: *Gymnostomum calcareum*, *Gyroweisia tenuis*, *Hymenostylium curvirostre*, *Tortella fragilis* and others, as well as the neutrobasiphilous *Barbula* species. *Tortella inclinata*, *Barbula convoluta*, *Pottia Heimii* and the basihypoacidophilous *Didymodon rubellus* usually grow on an alkaline substratum, but are found also on a slightly acid one. On a slightly acid substratum (pH 5.6 — 6.8) grow the hypoacidophilous *Weisia viridula*, *Trichostomum cylindricum*, *Phascum acaulon*, *Pottia truncatula* and *P. intermedia*, although they occur also on a more alkaline substratum (HCl +).

Out of 35 species of this family one (*Tortula pulvinata*) is mesoacidophilous, five are hypoacidophilous, seven (*Tortella tortuosa*, *T. inclinata*, *Didymodon rubellus*, *Barbula convoluta*, *Pottia Heimii*, *Tortula lingulata* and *T. muralis*) —

hypoacidobasiphilous (pH 5.6—8.5), 15 — neutrobasiphilous (pH 6.5—8.5), and five — basiphilous. The number of the calciphilous and subcalciphilous species ($ci = + 0.30 - - + 1.0$) is great: 24 out of the 35 studied. In this family there are no hyperacidophilous, acidophilous and euryionic species. Only two are meioeuryionic (pH 5.0—8.0): *Tortula subulata* and *T. ruralis*.

Hymenostomum microstomum (Hedw.) R. Br. Is found upon fresh loamy marl soil (HCl + — ++) pH 6.94, 7.60 and 7.56. Neutrobasiphilous.

Weisia viridula (L.) Hedw. Sandy soil, pH 6.23; HCl —. Hypoacidophilous (?).

Gymnostomum calcareum Br. germ. Grows on Devonian dolomite, sandstone and Silurian limestone; pH 6.50—8.12 found in the lower part of moss tufts. Neutrobasiphilous.

G. rupestre Schleich. Grows on Silurian limestone (Estonia). H-ion concentration tested in the lower part of moss tufts shows pH 7.09—7.40 (8.0). Basiphilous (A mann 1924). A mann (1928) names this species indifferent.

Gyroweisia tenuis (Schrader.) Schimp. Grows on Cambrian sandstone, Silurian limestone and Devonian sandstone and dolomite (Malta 1931) at the pH range of 6.30—7.70 (in n/2 KCl solution pH 6.3—8.8); HCl + — ++++. H-ion concentration tested in samples of Middle Devonian sandstone was pH 6.30—7.70, in n/2 KCl solution pH 6.30—8.80; HCl (+). Cambrian sandstone gives pH 6.0, 6.5, 6.7 and 7.2, in n/2 KCl solution pH 6.30, 6.70, 6.90 and 8.30; HCl +, except the first (pH 6.0 in H₂O) sample. A mann (1928) notes pH 8.0. Basineutrophilous.

Hymenostylium curvirostre (Ehrh.) Lindb. Substratum always contains CaCO₃ (HCl + — ++++). The plant is common in the Silurian limestone district, grows also on Middle Devonian dolomite (Malta 1931). H-ion concentration found in the lower part of moss tufts is pH 6.48—7.60. Neutrobasiphilous.

Eucladium verticillatum (L.) Br. eur. Grows on Middle Devonian dolomite and lime-containing sandstone (HCl ++ — ++++), pH 6.93—7.80. A mann (1928) reports pH 7.6. Basiphilous (A mann 1919 and 1924).

Trichostomum cylindricum (Bruch.) C. Müll. On Middle Devonian sandstone, pH 5.73, 5.82 and 6.26; HCl —. Hypoacidophilous.

Tr. crispulum Bruch. Tested samples show pH 6.77, 7.30 and 7.37; HCl + — + +. Neutrobasiophilous (?).

Tortella tortuosa (L.) Limpr. Common in Silurian limestone and Devonian dolomite districts on limestone, dolomite, lime-containing soil, etc. H-ion concentration found at the base and in the lower part of moss tufts shows pH 6.37—7.57, mostly HCl + — + + + (subcalciophilous). According to Braun - Blanquet (1926) pH (5.5), 6.0—7.1, and Amann (1928) — pH 6.0—7.1. Basineutrophilous (Amann 1919) or hypoacidobasiophilous.

T. inclinata (Hedw. fil) Limpr. Grows on lime-containing soil (HCl + +) on the shore of Lake Kanieris, pH 7.14—8.18, on Silurian limestone pH 7.21, 7.26 and on sand (HCl —) on the sea-shore — pH 5.6 and 6.1. Hypoacidobasiophilous.

T. fragilis (Drumm.) Limpr. On lime-containing soil (HCl + — + + +), together with two species previously mentioned, pH 6.9—7.6 and on Silurian limestone, one sample pH 7.2. Neutrobasiophilous.

Didymodon rubellus (Hoffm.) Br. eur. On Middle Devonian and Cambrian sandstone, walls, shady slopes, wet lime-containing soil, limestone, etc. Acidity of substrata varies from pH 5.59—7.6, in n/2 KCl solution pH 5.4—7.4. Half the samples give HCl + — + + (indifferent). Amann (1928) notes pH 6.8—7.0. Basi-hypoacidophilous. According to Amann (1919) basiophilous.

D. tophaceus (Brid.) Jur. Samples from Silurian limestone and Devonian dolomite, pH 7.14, 7.35 and 7.47; HCl + — + + +. Basiophilous (Amann 1919).

Barbula cylindrica (Tayl.) Schimp. Found on dolomite, sandstone and limestone rocks. One sample tested pH 7.10, HCl + +. Neutrobasiophilous (?).

B. fallax Hedw. Grows on dolomite, limestone, sandstone cliffs and on soil containing lime and marl (Malta 1931). H-ion concentration in tested samples ranges from pH 6.30—7.50, in n/2 KCl solution pH 6.4—7.3. Most of the samples give HCl + — + + (ci = 0.56, subcalciophilous). Neutrobasiophilous.

B. spadicea Mitt. Is found on Middle Devonian dolomite and on sandstone containing more or less lime, pH (6.12) 6.30—7.30 in tested samples; HCl + — + + (subcalciophilous). Neutrobasiophilous.

B. reflexa (Brid.) Brid. Found on wet Silurian limestone, pH 6.73, 7.21 and 7.57; HCl + — ++. Neutrobasiophilous.

B. rigidula Mitt. Grows usually on Middle Devonian dolomite, lime-containing sandstone, stones, walls, etc, also common in the Silurian limestone district. Tested samples show pH range 6.4—7.80; HCl + — +++ (calciphilous). Neutrobasiophilous.

B. unguiculata (Huds.) Hedw. Grows usually on Silurian limestone, Devonian dolomite and sandstone, on loamy and lime-containing soil. Acidity of substrata tested: pH 6.30—7.30, HCl + — ++ (subcalciphilous). In sandstone samples pH 6.3—7.1. Montgomery (1931) notes pH 7.4 and 8.2. Neutrobasiophilous.

B. convoluta Hedw. Usually on gravel or sand, lime-containing (HCl + — ++) soil, walls, limestone, etc. H-ion concentration of 35 tested samples: pH 5.8 (in KCl solution pH 4.7) — 8.0; most of them show pH 6.3—7.8. 33 samples give HCl + — ++, two samples HCl —, $ci = 0.88$ (subcalciphilous). A mann (1928) notes pH 6.8—7.0. Hypoacidobasiphilous.

Phascum acaulon L Grows usually in clover and fallow fields. Acidity of tested samples — pH 5.6 (in n/2 KCl solution 5.7), 6.3, 6.4 and 6.6. Two samples HCl +. Hypoacidophilous.

Pottia bryoides (Dicks.) Mitt. On loamy sand (HCl + — ++), pH 6.92 and 7.09. Neutrobasiophilous (A mann 1919).

P. minutula Br. eur. Loamy soil, pH 6.73, 6.99 and 7.33. Last sample gives HCl ++. Neutrobasiophilous.

P. truncatula (L.) Lindb. On sandy loam of a clover field, pH 5.82; in n/2 KCl solution pH 5.28. According to A mann (1919) neutrophilous. Hypoacidophilous (?).

P. intermedia (Turn) Fürnr. Two tested substrata show pH 6.40 and 6.48; HCl —. A mann (1919) notes this species as basi-neutrophilous. Hypoacidophilous (?).

P. Heimii (Hedw.) Br. eur. On dolomite, limestone, in meadows on the sea-coast. H-ion concentration of tested samples: pH 6.07—7.31. Half the samples give HCl +. Hypoacidobasiphilous.

Pterygoneurum pusillum (Hedw.) Broth. On marly loam, pH 7.13 and 7.28, HCl +. Basineutrophilous (A mann 1919).

Desmatodon cernuus (Hüben) Br. eur. Grows on substratum rich in lime (HCl +++). Some samples from Middle Devonian dolomite, on castle-ruins, had a H-ion concentration of pH 7.81—9.23. Basiphilous.

Tortula lingulata Lindb. Common in this country on Middle Devonian sandstone, which very often contains CaCO_3 (HCl +). H-ion concentration of 19 tested samples: pH 5.94—7.50, in n/2 KCl solution pH 5.80—8.10. Hypoacidobasiphilous.

T. muralis (L.) Hedw. Found on dolomite, limestone, walls and sandstone (incl. var. *aestiva*). Eight small dry samples had a pH range 6.00—7.40, five of them give HCl +—++. One sample had a more acid reaction of pH 5.4, in n/2 KCl solution pH 5.8. According to Amann (1926) pH 7.3. Hypoacidobasiphilous.

T. subulata (L.) Hedw. Grows on limestone, dolomite, on tree-covered sandstone slopes, on humous gravel or sandy soil and on walls covered with soil. In most cases the substratum contains CaCO_3 (HCl +—++). H-ion concentration of 18 small samples tested: pH 5.19—7.30. Meioeuryionic.

T. pulvinata (Jur.) Limpr. Grows on the bark of deciduous trees. Mikutowitz found it also on dolomite (*Bryotheca baltica* nr. 331). Acidity of samples tested: pH 5.20, 5.56 and 6.26. Mesoacidophilous (?).

T. ruralis (L.) Ehrh. Grows on sandy or gravel soil, limestone and dolomite cliffs, granite stones, thatched roofs, seldom on sandstone cliffs and tree trunks. The 30 samples tested had a pH range of 5.16—7.42; 12 of them give HCl +++. Braun-Blanquet (1926) states pH 6.1, Amann (1928) — pH 6.0—6.6, Montgomery notes pH 7.8. Meioeuryionic.

Cinclidotus danubicus Schiffn et Baumg. On dolomite in water of the Daugava, pH about 7.5. Basiphilous. Zastrow (1934) has found that *Cinclidotus aquaticus* thrives in solutions containing large quantities of CaCO_3 , optimum being at 400—500 mgr. and minimum about 200 mgr. CaO per litre. The habitats of *C. danubicus* being similar to those of this species, high calciphily is presumably characteristic also for this species.

Encalyptaceae

The genus *Encalypta* represents the calcicole mosses and the majority of substrata give HCl +. The substrata have a slightly acid and alkaline reaction, pH range 5.5—7.5. The

range of the substrata as shown by the samples tested, seems to be the same for all four species, and therefore they are put into the group of the *hypoacidobasiphilous* mosses.

Encalypta vulgaris (Hedw.) Hoffm. Grows on soil-covered limestone, dolomite cliffs and old walls. Acidity of six tested samples: pH 5.69 — 7.35; four samples HCl +. *Hypoacidobasiphilous*.

E. rhabdocarpa Schwaegr. Tested substrata show pH values 6.00, 6.33, 6.76 and 7.35. *Hypoacidobasiphilous*.

E. ciliata (Hedw.) Hoffm. Two substrata tested give pH values 6.34 and 7.11. Montgomery notes pH 7.6. *Hypoacidobasiphilous*.

E. contorta (Wulf.) Lindb. Common in Silurian limestone district, limestone and dolomite district of the Venta and the Daugava (Malta 1930). Grows usually on slopes on soil-covered limestone, dolomite and sandstone and on gravel soil more or less rich in lime or humous sand. Most samples give HCl +—+++, subcalciphilous. H-ion concentration of 44 tested samples ranges from pH (5.5) 5.97 — 7.80, usually pH 6.40 — 7.50. *Hypoacidobasiphilous*.

Grimmiaceae

This family represents the original granite-stone mosses (Malta 1921). Although in our country there are no outcrops of granite, granite occurring only as single boulders scattered over the country, these mosses grow only on granite stones, and only some of them, as *Grimmia pulvinata*, *Schistidium apocarpum* and *Racomitrium canescens* have adapted themselves to other substrata. However, this does not lessen the adaptation of these mosses to substrata of a certain physico-chemical character and the acidity, possibly, is not the only factor determining their habitat, as they do not grow on sandstone of the same degree of acidity. As seen from the data, most of the species, as *Grimmia ovalis*, *Gr. Mühlenbeckii*, *Gr. patens*, *Gr. Hartmanii*, *Racomitrium heterostichum* and *R. microcarpum* are mesoacidophilous. The hypoacidophilous *Grimmia commutata* and the hypoacidoneutrophilous *Gr. pulvinata* grow on less acid substrata. *Grimmia pulvinata* grows occasionally even on limestone. *Schistidium apocarpum* is usually found on granite stones, but occurs also on limestone and granite stones, which are covered with dust rich in lime, as is also the case with *Grimmia pulvinata*. *Racomitrium canescens* is the only species in this family which occurs not only

on granite stones, but also on bare dune sand, and like the meioeuryionic *Schistidium apocarpum*, has adapted itself to a wide range of the acidity of substratum (pH 5.0—8.5).

Grimmia commutata Hüb. Distributed on granite stones. H-ion concentration tested in the lower part of moss tufts: pH 5.65—6.89, one sample gives HCl+. Hypoacidophilous.

Gr. ovalis (Hedw.) Lindb. Granite stones, pH 5.40. Mesoacidophilous (?).

Gr. Mühlenbeckii Schimp. Granite stones, pH 4.68, 4.87, 4.94, 5.13, 5.27 and 5.60, HCl—. Mesoacidophilous.

Gr. pulvinata (L.) Sm. Grows on granite stones as well as on Silurian limestone. In the lower part of moss cushions, where small humus and sand particles are stored, pH range was 6.37—7.05. Two samples give HCl—, three other samples — HCl+. Hypoacidoneutrophilous.

Gr. patens (Dicks.) Br. eur. Granite stones, pH 4.83, 5.06 and 5.13; HCl—. Mesoacidophilous.

Gr. Hartmanii Schimp. On granite stones, pH 5.45 and 6.30; HCl—. Mesoacidophilous.

Schistidium angustum Hagen. On wet granite stones, pH 6.16 and 6.30; HCl—. Hypoacidophilous (?).

Sch. apocarpum Br. eur. Found upon granite stones, dolomite, limestone, seldom on sandstone. In the lower part of moss tufts, where humus and sand particles are stored, pH value was 5.27—6.82. A m a n n (1928) stated pH 6.0—6.6, M o n t g o m e r y (1931) — pH 7.4—8.2. Meioeuryionic.

Rhacomitrium heterostichum (Hedw.) Brid. Grows on granite stones. H-ion concentration tested as previously gives pH values 5.38 and 5.75. Mesoacidophilous.

Rh. microcarpum Brid. Granite stones, pH 4.5, 4.89 and 5.34; HCl—. Mesoacidophilous.

Rh. canescens (Weis) Brid. Common on sandy soil in pine woods, dune sand and granite stones, but also on limestone. Acidity of 10 samples tested varies from pH 4.30—6.88, in n/2 KCl solution pH 4.1—7.1. Only one sample gives HCl++. According to Braun-Blanquet (1926) pH 4.8—5.1—5.9. Acidophilous.

Disceliaceae

Discelium nudum (Dicks.) Brid. Found on blue Precambrian clay with high potassium content (2—5% K₂O), pH 5.19 and 5.37; HCl—. Mesoacidophilous.

Ephemeraceae

Ephemerum serratum (Schreb.) Hampe. On wet loamy soil, pH 5.51, 5.52, 6.47 and 7.10. Hypoacidoneutrophilous.

Funariaceae

All species growing in our country are found on a substratum rich in bases and also in lime. The reaction of the substratum for the three representatives of this family was therefore not under pH 5.32 (see fig. 3). *Physcomitrella patens* on calcareous substratum belongs to the neutrobasiphilous (pH 6.5—8.5) mosses, *Physcomitrium piriforme* to the hypoacidobasiphilous (pH 5.6—8.5), and *Funaria hygrometrica* with a wide range of pH (5.3—8.4) to the meioeuryonic ones.

Physcomitrella patens (Hedw.) Br. eur. Found on wet sandy loam of the Daugava-bank, pH 6.50 HCl +, 6.77 HCl ++, and 7.52, 7.54, HCl ++. Neutrobasiphilous.

Physcomitrium piriforme (L.) Brid. Grows usually near water on humous, sandy or loamy marl soil. H-ion concentration of tested samples: pH (5.89) 6.81—7.54, 6 samples give HCl +—++. Hypoacidobasiphilous.

Funaria hygrometrica (L.) Sibth. Grows on limestone, dolomite and sandstone cliffs, on old walls, humous, sandy or gravelly lime-containing soil, on spots where there has been a fire, etc. H-ion concentration of 47 tested samples: pH 5.32—8.35, most of them give HCl +—+++ (subcalciphilous). Meioeuryonic.

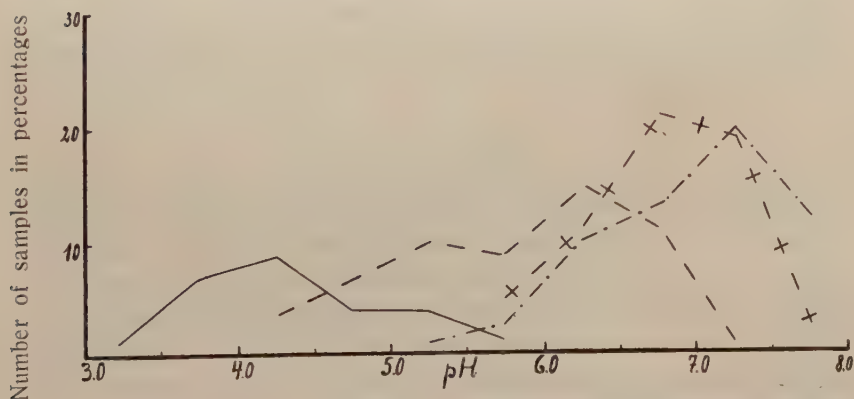


Fig. 3. pH curves of *Funariaceae* —. —. —, *Grimmiaceae* — — — —, *Encalyptaceae* — + — + — and *Georgiaceae* — — — —

Splachnaceae

All species grow on a substratum rich in organic matter: on excrements of animals in boggy places and sometimes also on peat. As seen from the few samples tested, the reaction is slightly acid, and they are classified as mesoacidophilous mosses. Only *Splachnum ampullaceum* is found also on a strongly acid substratum, and is classified as acidophilous.

Tayloria tenuis (Dicks.) Schimp. On peat and decayed excrements of cows, pH 5.38 and 6.75. Mesoacidophilous.

Haplodon Wormskjoldii (Hornem.) R. Br. On decayed animal excrements, pH 5.18. Mesoacidophilous (?).

Spl. sphaericum (L. fil.) Sw. In boggy places on animal excrements and peat, pH 5.27 and 5.99. Mesoacidophilous.

Spl. ampullaceum L. Grows on decayed excrements of cattle in boggy places. Acidity of 6 tested samples: pH 3.73, 4.72, 5.14, 6.40, 6.44 and 7.08. Acidophilous.

Spl. vasculosum L. In bogs, pH 5.34, 5.71 and 6.26. Mesoacidophilous.

Schistostegaceae

Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr. Grows in sandstone caves and on humous sand under the roots of trees in mixed forests, pH 4.38, 4.90, 6.10 and 6.23; HCl —. Mesoacidophilous.

Georgiaceae

Georgia pellucida (L.) Rabenh. Grows mainly on decayed wood, humous sand, wet humous sandstone and peat, H-ion concentration of 26 tested samples ranges from pH 3.20 to 5.60. A m a n n (1928) notes pH 6.9—7.1. According to M o n t g o m e r y (1931) pH 3.8—5.6. Acidophilous.

Bryaceae

Out of the 44 species of *Bryaceae* found in the Baltic States 36 are studied here. Out of the 36 species only one species is acidophilous (*Pohlia nutans*), eight are mesoacidophilous (especially in the genus *Pohlia*), three are hypoacidophilous, three are mesoacidoneutrophilous, one — hypoacidoneutrophilous (*Bryum cirratum*), seven — hypoacidobasiphilous (in the genus *Bryum* — six), six — basineutrophilous or neutrobasiphilous (*Bryum* species), three — basiphilous

(*Bryum* species) and five meioeuryionic (pH 5.0—8.0), as *Leptobryum piriforme*, *Mniobryum carneum* and some *Bryum* species.

There are no typical calciphilous i. e. basiphilous and neutrobasiphilous species in the genus *Pohlia* in our country, most of them growing only on an acid substratum. The acidophilous *Pohlia nutans* is widely distributed on strongly acid organic substratum, while the mesoacidophilous *Pohlia elongata*, *P. bulbifera*. *P. annotina* grow on an acid or slightly acid mineral substratum (pH 4.5—6.5), the euryionic *Pohlia cruda* and the mesoacidoneutrophilous *P. proliger* grow on a slightly acid mineral substratum as well as on a neutral or alkaline calcareous one.

The genus *Bryum* is on the contrary mostly neutrophilous or basiphilous (page 63), as e. g. *Bryum Marratii*, *Br. pendulum*, *Br. lacustre*, *Br. Funckii*, *Br. Blindii* and others. There are also hypoacidobasiphilous species, as *Bryum varneum*, *Br. ventricosum* and *Br. argenteum*. The last three species grow not only on calcareous, but also on slightly acid substratum, where pH is not less than 5.5. On a more acid substratum (pH about 5.0) may grow the meioeuryionic (pH 5.0—8.0) *Br. capillare* and *Br. elegans*, but they grow also on neutral and alkaline substratum. It seems that out of the recorded *Bryum* species only three (*Br. Duvallii*, *Br. cyclophyllum* and *Br. erythrocarpum*) are adapted to a slightly acid substratum. The most acid substratum in the tested samples was pH 5.0 for *Br. capillare*. This figure must be regarded as the limit for the acid reaction in the genus *Bryum* as all out of about 140 samples tested had a higher pH.

In general, the *Bryaceae* has only few species growing on acid substratum: nine species out of 36 are acidophilous or mesoacidophilous. These species are represented by the genus *Pohlia* and *Rhodobryum*, while the species of *Bryum* and *Mniobryum* generally grow on slightly acid, neutral and alkaline substrata (see fig. 4).

Leptobryum piriforme (L.) Wils. Grows on dolomite, limestone, lime-containing sandstone, old walls and on humous sand or gravel. H-ion concentration of 24 tested samples: pH 5.30—7.6 (9.0). Eight samples give HCl +++—++++ (subcalciphobous or indifferent). A m a n n (1928) notes pH 6.8—7.0. Meioeuryionic.

Pohlia elongata Hedw. On Middle Devonian sandstone. H-ion concentration of tested samples: pH 4.9, 5.5, 5.7, 6.0 and 6.0; HCl —. Mesoacidophilous.

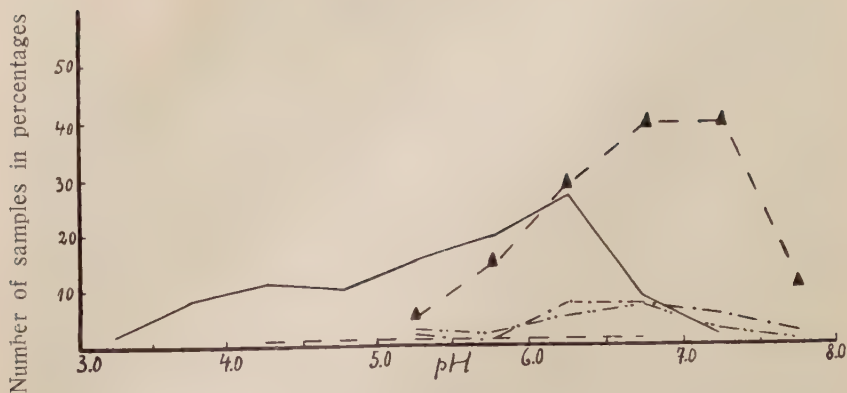


Fig. 4. pH curves of Bryaceae: *Leptobryum* — · — · —, *Pohlia* — — — —, *Mniobryum* — · — · —, *Bryum* — Δ — Δ — and *Rhodobryum* — — — —

P. cruda (L.) Lindb. On Devonian and Cambrian sandstone, on soil-covered dolomite and limestone, on sand, etc. 22 tested samples had a pH range 5.10—7.40. Two samples give HCl ++ (ci = — 0.81, subcalciphobous). A mann (1928) states pH 6.0—7.1. Braun-Blanquet (1926) notes pH 5.8 and 6.2. Meioeuryionic.

P. nutans (Schreb.) Lindb. Grows usually on decayed wood, peat, on humous or sandy pine forest soil, on dune sand, etc. Acidity of 31 small samples tested: pH 3.15—6.36, most of them have pH range 3.6—5.0; HCl —. A mann (1928) states pH 6.9—7.1. Montgomery (1931) notes pH 3.8—5.2. Acidophilous.

P. prolifera Lindb. Common on Middle Devonian and Cambrian sandstone, grows also on sandy loam on slopes. 31 samples had a pH range 4.76—7.10; three samples give HCl +. Neutromesoacidophilous.

P. grandiflora H. Lindb. Found on wet sandy soil at road-sides and on lake-shores. Acidity of three tested samples: pH 5.03, 5.03 and 5.62; HCl —. Mesoacidophilous.

P. bulbifera Warnst. Grows usually on sand or sandy loam, especially on ditch-sides. H-ion concentration tested: pH 4.45, 4.62, 5.13, 5.55, 5.99, and 6.44; HCl —. Mesoacidophilous.

P. annotina (Leers.) Lindb. On wet sand, pH 5.18 and 5.84; HCl —. According to Koppe (1932) pH 5.3, 5.4, 5.6, 5.8 and 6.4. Mesoacidophilous.

P. pulchella (Hedw.) Lindb. On loamy sand, pH 5.18, HCl —. Mesoacidophilous (?).

Mniobryum albicans (Wahlenb.) Limpr. On spring ground, on river-banks and lake-shores, also on wet sandstone. pH of 12 tested samples: 5.89—7.58, mostly about 6.0—7.0. Two samples give HCl ++. A mann (1928) notes pH 6.6. Basihypocacidophilous.

Mn. carneum (L.) Limpr. Found on wet sandstone, sand or sandy loam and loamy marl. H-ion concentration of 9 samples tested: pH 5.10—7.13, two of them give HCl +. Meioeuryionic.

Bryum Marratii Wils. On sandy soil on sea-, lake- and river-shores, pH 6.72, 7.11 and 7.40; HCl +—++. Neutrobasiphilous (?).

Br. Brownii Br. eur. In similar localities, pH 7.43; HCl +. Neutrobasiphilous (?).

Br. warneum Bland. Wet sandy soil, pH 6.39 and 7.55; HCl +—++. Hypocacidobasiphilous (?).

Br. mamillatum Lindb. On sand on sea-shore, pH 7.40 and 7.54; HCl +. Basiphilous (?).

Br. pendulum (Hornsch.) Schimp. Grows usually on lime-containing soil and on cliffs in dolomite and limestone districts. H-ion concentration of 24 small samples tested ranges from pH (5.7) 6.24 to 7.48. 19 samples give HCl +—++ (ci = 0.33, subcalciphilous). Braun-Blanquet (1926) notes pH 4.7. Hypocacidobasiphilous.

Br. pallens Sw. On wet sandy ground near springs, on river- and lake-shores and on Middle Devonian sandstone. Acidity of 11 tested samples ranges from pH 5.73 to 7.35, in three cases HCl +. A mann (1928) notes pH 6.6. According to Koppe (1932) pH 5.8 and 6.4. Hypocacidobasiphilous.

Br. Duvallii Voit. In wet boggy places near springs, pH 5.99 and 6.09. According to Brandt (1933) pH 5.4—6.2. Hypocacidophilous.

Br. cyclophyllum (Schwaegr.) Br. eur. In bogs, pH 5.07 and 5.47. Mesoacidophilous (?).

Br. lacustre Bland. Wet sandy soil, pH 7.09, 7.26, 7.28 and 7.45; HCl +—++. Basineutrophilous.

Br. inclinatum (Sw.) Br. eur. Four substrata tested, pH 5.90, 6.03, 6.44 and 6.51; HCl —. Braun-Blanquet (1926) notes pH 4.7. Hypocacidophilous.

Br. lapponicum Kaur. Four substrata tested have pH 5.83, 6.24, 6.42 and 6.52. One sample HCl +. Hypocacidophilous (?).

Br. neodamense Itzig. On lake-shores, submerged on dolomite and in swamps of calcareous districts, pH 6.95,

6.97 and 7.38, HCl +—++ , for var. *ovatum* pH 6.11 and 6.85; HCl —. Basineutrophilous. In water cultures Zastrow (1934) has observed the optimum at pH 7.5—8.0, as well as calciphily: minimum of CaO at least 100 mgr. per litre, optimum about 350 mgr. Grows only at very small concentrations of iron.

Br. ventricosum Dick. Grows usually in grass bogs, near springs, as well as in other boggy places, where water rich in electrolytes oozes out, also on wet dolomite and limestone, etc. H-ion concentration of samples tested: pH 5.64—8.00. Ten samples give HCl +—+++ (ci=0.05, indifferent). According to Amann (1928) pH 6.2—7.1, Kotilainen (1928 and 1933) pH 4.8—5.2—7.1, Eklund (1930) pH 6.4, Koppe (1932) pH 6.2 and Redinger (1932) pH 7.5 and 7.6. Hypoacidobasiphilous. On the basis of her observations of cultures and habitats Zastrow (1934) thinks that the limits of the development of this species are pH 4.8—7.5. Therefore this species should be classified as meioeuryonic.

Br. bimum Schreb. Found on wet sandy or gravel soil. Six samples tested, pH 5.60—7.67, five of them give HCl +—++ . Montgomery (1931) notes pH 4.8—5.0. Hypoacidobasiphilous. Zastrow (1934) has found in water-cultures for this species a narrower pH range than for *Br. ventricosum*, and a greater sensitiveness to CaCO_3 (50 mgr. CaO in water-culture are already poisonous). Endures up to 0.1 mgr. Fe_2O_3 per litre. Considering the alkaline reaction found in our habitats it may be presumed that other ecotypes are not so very sensitive to it.

Br. intermedium (Ludw.) Brid. In three cases pH was 6.72, 6.93 and 7.41; HCl ++. Neutrobasiphilous.

Br. cirratum Hoppe et Hornsch. Found on Middle Devonian sandstone and on wet sandy soil. Tested six substrata, pH 6.90—7.10, in two cases HCl +. Amann (1928) notes pH 6.8—7.0, Kotilainen (1928) — pH 6.7. Hypoacidoneutrophilous (?).

Br. caespiticium L. Grows usually on sandy soil. Nine substrata tested, pH 5.6—6.7. In two cases HCl +. According to Montgomery (1931) pH (4.2) 4.8—6.8 (7.4). Mesoacidoneutrophilous.

Br. Kunzei Hornsch. On rocks and walls, pH 7.26, 7.26 and 7.47; HCl ++. Basiphilous.

Br. Funckii Schwaegr. On sandstone, dolomite and marly loam soil, pH 7.06, 7.07 and 7.16; HCl +—++ . Basiphilous (?).

Br. Blindii Br. eur. On lime-containing sandy soil on the shore of Lake Kanieris, pH 6.77, 6.78, 7.04, 7.24 and 7.5. Neutrobasiphilous.

Br. argenteum L. Grows usually on loamy or sandy gravel soil, on soil covering stones, etc. Acidity of 11 substrata tested, pH 6.17—7.54, in n/2 KCl solution 6.1—7.4; HCl +—++. Montgomery (1931) notes pH 8.2. Hypoacidobasiphilous.

Br. erythrocarpum Schwaegr. On sand, pH 5.44 and 6.63; HCl —. Mesoacidophilous (?).

Br. elegans Nees. On humous, sandy soil. According to Braun - Blanquet (1926) pH 4.7, 5.3, 6.1 in *Carex curvula* assoc., in *Elynetum* pH 7.1—7.5. Meioeuryionic (?).

Br. capillare L. Acidity of 11 substrata tested (humous sand, raw humus) pH 5.00—7.13; in four cases HCl +. Amman (1928) gives pH 7.6—7.9. Redinger (1932) notes pH 7.6. Meioeuryionic.

Rhodobryum roseum (Weis.) Limpr. Grows usually in shady deciduous and mixed forests, pH 4.17, 4.80, 5.17, 5.80, 6.16 and 6.82. According to Christophersen (1925) pH 5.2—5.7, Rühl (1928) — pH 4.6—6.5, Brenner (1930) pH 5.7, Kupffer (1931) pH 4.1 and 6.1 and Montgomery (1931) — pH 6.2—7.6. Mesoacidophilous.

Mniaceae

Although the species of the genus *Mnium* grow on substrata of a wide pH range, there are among them no typical calcicole i. e. neutrobasiphilous and basiphilous species, as the species growing on neutral and alkaline substratum are also found on acid substrata. The substrata of the mesoacidophilous (pH 4.6—6.5) *Mnium pseudopunctatum*, *Mn. punctatum* and *Mn. cinclidioides* are slightly acid and even acid, beginning with pH 4.3. The acidophilous *Mn. hornum* was growing in one case on a substratum with even pH 3.64. The substrata of the meioeuryionic *Mn. affine*, *Mn. stellare* and *Cinclidium stygium* have a wide pH range (pH 5.0—8.0), as well as those of the acidoneutrophilous *Mn. cuspidatum*, and of the above mentioned acidophilous (pH 3.6—6.5) *Mn. hornum*.

Mnium hornum L. Grows in wet deciduous and coniferous forests on decayed wood, raw humus and also on shady Devonian as well as Cambrian sandstone cliffs. H-ion concentration of 31 tested samples ranges from pH 3.64 to 6.50,

mostly pH about 4.2—6.3; two samples HCl + (subcalci-phobous). Montgomery notes pH 7.0—7.4. Acidophilous or euryionic (?).

Mn. riparium Mitt. One Middle Devonian sandstone sample has pH 6.5, in n/2 KCl sol. 6.5; HCl —. Hypoacidophilous (?).

Mn. marginatum (Dicks.) Palis. Common on Middle Devonian sandstone in forests on river-banks. Seven samples tested, pH 6.10—6.70, two of them give HCl +. Hypoacidophilous.

Mn. undulatum (L.) Weis. Grows usually in shady wet deciduous and coniferous forests, in bushes, also at the foot of wet sandstone rocks. H-ion concentration of substrata: pH 4.62 (in KCl sol. 3.91), 5.51, 6.31 (in KCl sol. 5.25), 6.59, 6.88 and 7.34. In two cases HCl +. According to Amann (1928) pH 6.6. Rheinwald (1928) and Barth (1928) noted pH 5.3, 6.2 and 6.3, Rühl (1928) — pH 4.6—7.0. Mesoacidoneutrophilous or meioeuryionic (?).

Mn. rostratum Schrad. Found upon Middle Devonian sandstone, dolomite and granite stones, pH 6.44, 6.58 (in n/2 KCl sol. pH 6.75) and 6.80 (in n/2 KCl solution pH 6.70); Amann (1928) notes pH 6.6. Hypoacidophilous(?).

Mn. cuspidatum (L. ex. p. Schreb.) Leyss. Grows usually in meadows, forests on humous soil, decayed wood, earth-covered stones, sandstone, etc. 36 substrata tested had a pH range 4.28—6.98; in two cases HCl +. According to Christophersen (1925) pH 5.2—6.9, Kupffer (1931) pH 4.1—6.1. Montgomery (1931) notes pH 5.0—5.8. Neutroacidophilous.

Mn. medium Br. eur. Two tested substrata had pH values 5.73 and 5.80. According to Amann (1928) pH 6.6. Rühl (1928) notes pH 4.6—6.5, Brenner (1930)—pH 5.4, Brandt (1933) — pH 5.0—6.5. Mesoacidophilous.

Mn. affine Bland. (incl. *Mn. Selligeri*). Grows usually in wet forests on ground, in meadows, grass bogs and boggy places near springs. Fourteen samples tested have a pH range 4.62—7.20, two samples give HCl +. According to Amann (1928) pH 6.7—7.1, Rühl (1928) pH 5.6—7.0 for *Mn. Selligeri*. Redinger (1932) mentions pH 7.45 and 7.54, Brandt (1933) gives pH 5.4—6.2. Meioeuryionic.

Mn. stellare Reich. Grows on shady slopes on Middle Devonian sandstone and dolomite, in forests on decayed wood, etc. 28 samples tested: pH 5.07—7.20 (usually 6.0—6.8), in n/2 KCl solution pH 5.00—7.23. Humous Middle Devonian sandstone samples have a pH range 5.9—6.5. Montgomery notes pH 5.8—8.2. Meioeuryionic.

Mn. pseudopunctatum Bruch et Schimp. In bogs. Amann (1928) gives pH 6.7—7.0. Brandt (1933) notes pH 5.0—6.5. Mesoacidoneutrophilous.

Mn. punctatum (L. Schreb.) Hedw. Grows usually in wet shady places (forests, bushes), on wet shady Middle Devonian sandstone slopes. Twenty-four substrata tested have a pH range 4.80—7.07, most of them have pH 5.1—6.5, in n/2 KCl solution pH 3.75—6.50; HCl —. Amann (1928) reports pH 6.6—7.1. For *Carpinus* wood soil Kirsteins and Eiche (1934) give pH 4.5 and 5.1. Neutromesoacidophilous.

Mn. cinclidioides (Blytt.) Hübén. On wet forest soil, pH 5.36, 5.47 and 6.11; HCl —. Christophersen (1925) notes pH 5.0—5.2. Kotilainen (1928) gives pH 4.3, 4.9, 5.0 and 6.8. Mesoacidophilous.

Cinclidium stygium Sw. In grass bogs, on boggy lake-shores and other boggy places more or less rich in electrolytes. Acidity of 7 peat samples tested: pH 4.43, 5.27, 7.00, 7.38, 7.45, 7.49 and 7.81 (HCl ++). According to Christophersen (1925) pH 6.0—6.7, Kotilainen (1928 and 1933) pH 4.8—7.2, Brenner (1930) pH 6.6, Brandt (1933) pH 5.4—6.4. Meioeuryionic.

Zastrow (1934) has found it in habitats of pH less than 6.0, as is often the case also with our habitats, and has not found it on neutral or alkaline peat. According to Zastrow in water-cultures good water forms are obtained only at pH 4—5. In water-cultures the plant was slightly calcifuge (35 mgr. CaO per litre is already injurious), while Fe₂O₃ is endured up to 0.9 mgr. per litre. As in natural habitats the moss is found also on alkaline substratum, its peculiarities should be cleared.

Aulacomniaceae

Aulacomnium androgynum (L.) Schwaegr. On decayed wood, raw humus in forests and on Middle Devonian sandstone (Malta 1930). Acidity of four sandstone samples tested: pH 5.60—6.30; HCl —. Humous and decayed wood

substrata had a pH range 4.18—5.05. Acidophilous. Zastrowa (1934) has found it on wet neutral and alkaline substrata and therefore it should be regarded as neutroacidophilous or even euryionic.

A. palustre (L.) Schwaegr. Distributed in moss and grass bogs, boggy meadows, etc. Twenty-three tested samples had a pH range 3.74—7.97. According to Amann (1928) pH 6.0—7.1, Kotilainen (1928 and 1933) pH 3.1—8.0 and Brenner (1930 and 1931) pH 3.8—7.1. Euryionic (indifferent). On the basis of his data Brenner thinks this species indifferent to reaction of soil, but it never occurs abundantly on neutral substratum and therefore should be classified as neutrophobous - indifferent. Zastrow (1934) also records the wide pH range, as well as a slight calciphily (endures well 150 mgr. CaO), while 0,2 mgr. Fe₂O₃ are already injurious. In water-cultures good development is obtained at acid and neutral reaction, but not at alkaline (reduction of chlorophyll).

M e e s e a c e a e

This family is represented by five bog mosses, all of them growing on peat rich in electrolytes (Kotilainen 1928) and rather often containing large quantities of CaCO₃. The reaction of the substrata is therefore acid beginning with pH 4.8, slightly acid and even alkaline (pH 7.0—8.0).

Amblyodon dealbatus (Dicks.) Palis. In bogs. Three samples had pH values 6.35, 6.75 and 7.02. Hypoacidoneutrophilous (?).

Meesea longiseta (L.) Spruce. In bogs. Acidity of substrata pH 5.6, HCl —. Mesoacidophilous (?).

M. triquetra (L.) Angstr. In bogs on peat. One sample tested had pH 6.85. According to Kotilainen (1928 and 1933) pH 4.8—5.4 and Brandt (1933) pH 5.4—6.0. Mesoacidophilous.

M. trichodes (L.) Spruce. Two substrata tested had pH 6.40 (HCl —) and 7.37 (HCl +). Kotilainen (1928) notes pH 7.2, Amann (1928) — pH 6.9—7.0. Hypoacidobasiphilous.

Paludella squarrosa (L.) Brid. Common in grass or moss bogs on peat more or less rich in electrolytes, grows also on lime-containing peat near springs. Acidity of four substrata tested: pH 7.2, 7.4, 7.7 and 7.97; HCl + — ++. Dojarenko (1926) notes pH 6.5—7.0, Kotilainen (1928 and 1933) reports pH 4.8—7.1, Brenner

(1930) — pH 5.6—7.1. Meioeuryionic. According to Zastrow (1934) grows in cultures, containing CaCO_3 up to 150 mgr. per litre, and is very sensitive to iron (0.01 mgr. Fe_2O_3 per litre is already injurious). The best development is obtained in water-cultures at pH 7.0 but grows also at slightly acid and slightly alkaline reaction.

Catoscopiaceae

Catoscopium nigratum (Hedw.) Brid. Usually on lime-containing peat. Samples tested had pH 6.79, 7.3 and 7.45 (HCl + — ++). Neutrobasiophilous.

Bartramiaceae

In this family there are two typical calcicole mosses: the basineutrophilous *Plagiopus Oederi* and the basiphilous *Philonotis calcarea*. The other species grow on acid (*Bartramia pomiformis* and *B. ityphylla*), slightly acid and neutral substratum (five *Philonotis* species), which is always more or less rich in electrolytes i. e. bases.

Bartramia pomiformis (L.) Hedw. Grows usually on Middle Devonian sandstone cliffs covered with soil. Ten humous sand samples tested had HCl —, pH 4.20—6.10. Mesoacidophilous. According to Montgomery (1931) pH 5.2—8.2, therefore this species has a wide pH interval (meioeuryionic).

B. ityphylla Brid. Tested substrata have pH 5.29 and 6.06; HCl —. Braun - Blanquet (1926) notes pH 4.7—4.9 and 5.2—6.2, Amann (1928) — pH 6.0—6.6. Mesoacidophilous.

Plagiopus Oederi (Gunn.) Limpr. On dolomite and limestone. The lower part of moss tufts shows pH 6.70 and 7.30, HCl + — ++. Braun - Blanquet (1926) notes pH 6.2. Basineutrophilous.

Philonotis marchica (Willd.) Brid. On wet sand, pH 6.59 and 6.86; HCl —. Neutrophilous(?).

Ph. Arnellii Husnot. On wet sand, pH 5.99 and 6.51; HCl —. Hypoacidophilous(?).

Ph. caespitosa Wils. On wet, boggy meadows. Five samples tested had pH 5.23, 6.12, 6.30, 6.97 and 7.09; HCl —. According to Amann (1928) pH 7.0 and 7.1. Koppe (1932) notes pH (4.2) 5.2—6.4. Mesoacidoneutrophilous.

Ph. Osterwaldii Warnst. On wet, humous sand, pH 5.95, 6.61 and 6.73; HCl —. Hypoacidophilous(?).

Ph. fontana (L.) Brid. Grows near springs and on wet lake-shores. Tested samples (sand) had pH 5.89, 6.22, 6.71 and 7.37. According to A mann (1928) pH 6.6, Kotilainen (1928) pH 5.8, 6.0, Braun - Blanquet (1926) pH 5.2—6.2, Eklund (1930) pH 5.8, Brenner (1930) pH 6.6. Hypoacidobasiphilous. Zastrow (1934) notes good development on neutral, alkaline and even acid substrata. In water-cultures the best development is at slightly alkaline reaction. Grows in solutions containing Ca (HCO₃)₂ (optimum 350 mgr. CaO and maximum about 400 mgr.) and iron up to 0,3 mgr. per litre.

Ph. calcarea (Br. eur) Schimp. Grows on wet limestone, dolomite, around springs on boggy ground, and grass bogs. Nine samples tested had a pH range 6.93—7.50; HCl +—+++ . A mann (1928) notes pH 6.9—7.0. Basiphilous.

Timmiaceae

Timmia megapolitana Hedw. On Silurian limestone, pH 7.43, HCl ++. Neutrobasiphilous?

T. bavarica Hessel. On Silurian limestone. In the lower part of moss tufts, where humus and sand particles are stored, pH was 6.63, 7.05, 7.05, 7.20, 7.22 and 7.50; in four cases HCl +—++. A mann (1928) notes pH 8.0. Neutrobasiphilous.

Orthotrichaceae

Most of the representatives of this family grow as epiphytes on the bark of trees where the reaction of the substratum is acid, pH being usually no more than 4.5. Therefore most of the *Orthotrichum* and *Ulot*a species are classified as mesoacidophilous. The substratum of the two *Stroemia* species was somewhat less acid and they are classified as hypoacidophilous, (*Str. obtusifolia*) and mesoacidoneutrophilous (*Str. gymnostoma*). *Zygodon viridissimus*, *Orthotrichum rupestre* and *O. anomalum* are growing on slightly acid, neutral and alkaline substrata (pH 6.1—7.5). *O. anomalum* grows not only on granite of neutral reaction, but also on limestone and dolomite. Although the bark of trees is an acid substratum (pH about 4.5—6.5) it may become considerably less acid when dust rich in lime is stored here. A similar phenomenon is also observed on granite stones. Trümper (1926) has shown for lichens that dust has a great influence on the distribution of epiphytes. Whether the dust of different composition or the reaction plays a rôle in the distribution of epiphy-

tic mosses and the formation of societies — our small material does not show with the exactitude desirable, and special investigations are necessary.

Zygodon viridissimus (Dicks.) R. Br. At the base of *Picea* on sand, pH 7.30 (HCl +) and on bark of oak pH 7.02. Neutrophilous (A mann 1924).

Ulota Bruchii Hornsch. One sample of bark from *Corylus* trunk together with *U. Ludwigii* had pH value 4.59. Mesoacidophilous (?).

U. crispa Brid. Grows in shady, wet forests on trees. Two samples tested had pH 4.59 and 4.86. Mesoacidophilous.

Orthotrichum rupestre Schleich. On granite stones. The lower part of moss tufts had pH 6.11 (HCl —) and 7.27 (HCl +). Hypoacidobasiphilous (?).

O. anomalum Hedw. Grows usually on granite stones, Silurian limestone and Devonian dolomite. The lower part of moss tufts had pH 6.66 (HCl —), 6.83 (HCl +), 6.86 (HCl +), 6.90 (in n/2 KCl solution pH 7.07, HCl ++), 6.96 (HCl +) and 7.44 (HCl ++). Neutrobasiphilous or basineutrophilous.

O. nudum Dicks. On granite stones near water, pH 6.83, 6.85 and 7.00. Neutrophilous (?).

O. affine Schrad. Grows usually on trees, pH 5.74, 5.75, 6.18 and 6.23. Mesoacidophilous.

O. speciosum Nees. On tree trunks, seldom on shady granite stones and dolomite (Malta 1921). In the lower part of moss tufts, where small sand and humus particles are stored, pH 5.03, 5.67, 5.81, 6.12 and 6.56. Mesoacidophilous.

O. Lyellii Hook et Tayl. On the bark of deciduous trees. According to A mann (1928) neutrophilous and acidophilous. Hypoacidophilous?

O. pallens Bruch. On bark, pH 5.27 and 6.5. Mesoacidophilous.

O. patens Bruch. On bark, pH 5.91 and 5.98. Mesoacidophilous.

O. pumilum Sw. On bark, pH 5.62. Mesoacidophilous.

O. diaphanum (Gmel.) Schrad. On tree trunks. A mann (1928) reports it on neutral and alkaline substratum (pH 7.0 and more). Neutrophilous ?.

Stroemia obtusifolia (Schrad.) Hag. Grows on the bark of deciduous trees, pH 5.94, 6.28, 6.39, 6.66 and 6.83. Hypoacidophilous.

Str. gymnostoma (Bruch.) Hag. On the bark of deciduous trees. Two samples tested, pH 5.37 and 6.69. Mesoacidophilous (?).

Fontinalaceae

Fontinalis antipyretica L. H-ion concentration of water in Lake Klaukāns pH 6.5—7.5, in Lake Pokrota pH 6.5—7.0 and Lake Usma pH at average 7.2—7.8 (V. Ozoliņš). Redinger (1932) mentions pH 7.12. Basineutrophilous.

Zastrow (1934) reports its distribution in acid as well as in alkaline water. In cultures of alkaline reaction it develops long and slim stems as commonly found also for other mosses with pointed leaves. In neutral solutions the plants are shorter and broader, while in acid solutions the moss is shorter and has well-developed obtuse leaves. The form of the leaf is dependent upon the reaction of the medium. Concerning the calciphily (dissolved CaCO_3) of the moss Zastrow's results vary, depending upon the reaction of its natural substratum — lime-containing or acid. Taking into consideration Zastrow's results, *F. antipyretica* should be classified as meioeuryonic (pH 5.0—8.5).

F. hypnoides Hartm. Lake Pokrota, pH 6.5—7.0. Redinger (1932) notes pH 7.12. Neutrophilous (?).

Dichelyma falcatum (Hedw.) Myr. Christophersen (1925) notes pH 4.7—5.2. Mesoacidophilous.

Climaciaceae

Climacium dendroides (L.) Web. Grows usually on peaty or humous soil in forests, meadows, grass bogs, etc. H-ion concentration of 29 substrata tested ranges from pH (4.9) 5.03—7.49, usually pH 5.3—7.0. According to Amann (1928) pH 6.7—7.1. Dojarenko (1926) notes for this species pH range 5.0—7.8, Kotilainen (1928) — pH 5.3. Rühl (1928) mentions it among the forest plant societies of which the top stratum of soil has a reaction of pH 4.6—7.0. Brenner on the other hand has found it among the meadow plant communities of the reaction of top stratum of pH 4.7 and 6.6. Brandt (1930 and 1933) notes the reaction of the soil on which grow plant societies with *Climacium* as pH 4.7—6.6. It is evident that the limit of acidity for this species is about pH 5.0; the limit of alkalinity is not strictly determined and ranges to pH 7.0—7.5. Meioeuryonic.

Zastrow (1934) reports it on acid as well as on alkaline and neutral substratum. The maximum and optimum of calciphily in water-cultures is about 300 mgr. CaO per litre, while there was found no minimum for it, as the moss can develop in cultures containing scarcely any CaCO_3 . In water-cultures better development is obtained at a higher pH.

Hedwigiaceae

Hedwigia albicans (Web.) Lindb. Grows usually on granite stones. Tested substrata give pH values 5.16, 5.23, 5.78 (HCl —) and 6.49 (HCl +). Amann (1928) notes pH 6.0—6.6. According to Montgomery (1931) pH 5.4—6.2. Mesoacidophilous.

Leucodontaceae

Antitrichia curtipendula (L.) Brid. In a wood on humous soil, pH 5.16. Amann (1928) notes pH 6.9—7.1. Mesoacidophilous or mesoacidoneutrophilous.

Leucodon sciuroides (L.) Schwäegr. Grows usually on trunks of deciduous trees, occasionally also on granite stones and Middle Devonian sandstone. Five sandstone substrata had pH 6.10 (in KCl pH 6.1, HCl —), 6.50 (in KCl sol. pH 6.70, HCl —), 6.7 (HCl +), 6.90 (in KCl sol. 7.30, HCl +), 7.50 (in KCl sol. 6.77, HCl ++) and 7.5 (HCl ++). Tree bark had pH 5.23, 5.31, 5.80, 6.32, 6.35 and 7.10; HCl —. Meioeuryionic.

Neckeraceae

The hypoacidophilous (pH 5.6—6.8) *Neckera pennata*, the hypoacidoneutrophilous *N. crispa* and the hypoacidophilous *Homalia trichomanoides* grow on a slightly acid substratum (bark of deciduous trees), while the basihypoacidophilous *Neckera complanata* and the neutrophilous *Thamnum alopecurum* are found on neutral or alkaline substrata.

Neckera pennata (L.) Hedw. Grows in shady forests on trunks of deciduous trees and granite stones, pH 6.0 and 6.14. Hypoacidophilous.

N. crispa (L.) Hedw. On trunks of deciduous trees, pH 6.5. Amann¹⁾ (1928) reports pH 7.2 and 7.6. Hypoacidoneutrophilous (?).

N. complanata (L.) Hüb. Grows usually on trunks of deciduous trees, but also on Devonian dolomite and Silurian

¹⁾ The figures given by Amann are presumably too high.

limestone. Five samples tested had pH 6.72—7.38; HCl + — ++. A mann (1928) states pH 7.2 and 7.6. Basihypocacidophilous.

Homalia trichomanoides (Schreb.) Br. eur. On trunks of deciduous trees, especially at the foot, granite stones, Middle Devonian sandstone, etc. The tested samples had a pH range 5.81—6.78; HCl —. Hypocacidophilous.

Thamnium alopecurum (L.) Br. eur. Grows on granite stones near springs, pH 6.55, 6.65 (HCl +) and 6.79 (HCl +), in KCl sol. pH 6.64 and on Silurian limestone. Neutrophilous (?).

Lembophyllaceae

Isothecium viviparum (Neck.) Lindb. Is found at the foot of deciduous tree trunks, on granite stones and Middle Devonian sandstone. pH of samples tested varies from 5.16 to 6.24; HCl —. A mann (1928) reports pH 6.0—6.6. Mesoacidophilous.

I. myosuroides (L.) Brid. Found on Middle Devonian sandstone — pH 6.36 and granite stones — pH 5.77; HCl —. Hypocacidophilous (?).

Leskeaceae

The representatives of this family grow on slightly acid, neutral or alkaline substrata, often containing large quantities of lime. The majority belong to the hypocacidobasiphilous (pH 5.6—8.5) mosses, as *Myurella julacea*, *Anomodon viticulosus*, *A. longifolius*, *A. attenuatus*. Near to them are the hypocacidoneutrophilous (pH 5.6—7.1) *A. Rugelii*, *Leskea polycarpa* and the neutrobasiphilous (pH 6.5—8.5) *Leskeella nervosa*.

Myurella julacea (Vill.) Br. eur. Grows on Middle Devonian sandstone and dolomite, Silurian limestone, lime-containing soil and on roots of deciduous trees. The H-ion concentration measured in 23 cases ranges from pH 6.02 to 7.77; HCl usually + — ++ (ci = 0.48, subcalciphilous) except six samples with smaller pH values. Braun-Blanquet (1926) notes pH 6.2. Hypocacidobasiphilous.

Anomodon Rugelii (C. Müll.) Kessl. Found on sandy humus covering granite stone, pH 5.92; HCl —. Montgomery notes pH 7.0. Hypocacidoneutrophilous (?).

A. viticulosus (L.) Hook et Tayl. Found on bark of deciduous trees, sandstone, granite stones and dolomite. Seven sam-

ples tested, pH 6.16—7.08. In three cases HCl +. A m a n n (1928) states pH 7.2 and 7.6. Basi hypo acidophilous.

A. longifolius (Schleich.) Bruch. Grows on trunks of deciduous trees, rocks, stones. H-ion concentration in 11 measurements had a pH range 5.69—7.14. Three samples had HCl +. A m a n n (1928) notes pH 7.2 and 7.6. Basi hypo acidophilous.

A. attenuatus (Schreib.) Hüb. On similar substrata as the previous species. Eight samples tested, pH 5.58—6.90. Two samples — HCl +, others HCl —. Oxy-neutrophilous (A m a n n 1919). According to M o n t g o m e r y (1931) pH 6.8—8.2. Basi hypo acidophilous.

Pseudoleskeella catenulata (Brid.) Kindb. According to A m a n n (1928) basiphilous.

Leskeella nervosa (Schwaegr.) Loeske. Samples tested pH 6.60, 6.68, 6.76 (HCl +) and 6.77 (HCl +). Neutrophilous and basiphilous (A m a n n 1919). Basineutrophilous.

Leskea polycarpa Ehrh. At the foot of trees, pH 6.44, 6.46, 6.94 and 7.02. Hypo acidoneutrophilous (?).

Thuidiaceae

Do not grow on very acid (pH less than 4.0) and extremely alkaline (pH more than 7.5) substrata. *Thuidium abietinum* grows on substratum rich in bases and is widely distributed on Silurian limestone, Devonian dolomite and in other districts of calcareous substrata and soils. The substrata of the meioeuryionic *Th. recognitum* and *Th. Philiberti* have pH 5.0—7.5. The neutroacidophilous *Thuidium tamariscifolium*, a very common wood moss, and the mesoacidophilous *Helodium lanatum* in bogs grow on acid substratum.

Thuidium recognitum (Hedw.) Lindb. Grows usually in woods and in meadows among grass. Six samples tested, pH 5.32, 5.33, 5.57, 5.67, 5.80 and 5.92; HCl —. For this species D o j a r e n k o (1926) notes pH range 5.5—7.3, K u p f f e r (1931) — pH 5.0—6.1 and M o n t g o m e r y (1931) — pH 5.2—7.6. Meioeuryionic.

Th. delicatulum (L.) Mitt. At the foot of *Fraxinus* on humous sand, pH 5.50; HCl —. Mesoacidophilous(?).

Th. Philiberti Limpr. On grass-covered sandy or marly loam soil, Middle Devonian sandstone, dolomite, etc. 11 samples tested, pH 5.35—7.22. Three samples HCl +.

Koppe (1932) mentions pH 5.2 and 6.4. Meioeury-
ionic.

Th. tamariscifolium (Neck.) Lindb. Grows usually in deciduous forests. Four samples tested, pH 3.94, 4.08, 4.87 and 6.99. A mann (1928) reports pH 6.6. Rheinwald (1928) notes pH 4.5, 4.7 and 7.1. On *Carpinus* wood soil (Kirsteins and Eiche 1934) pH 4.9. Neutroacidophilous.

Th. abietinum (L.) Br. eur. On dry sandy or gravelly lime-containing soil, dolomite and limestone rocks. 12 samples tested, pH 5.66—7.45 (in KCl solution pH 4.92—7.42); HCl usually +—+++. According to Braun-Blanquet (1926) pH 5.8—6.2 and A mann (1928) pH 6.0—6.6. Dojarenko (1926) gives pH 5.5—7.5. Hypoacidobasiphilous.

Helodium lanatum (Stroem.) Broth. In grass bog among other mosses, pH 6.36. Kotilainen (1928 and 1933) notes pH 4.4, 4.8 and 5.1, Gams (1929) — pH 4.0—7.0, Kupffer (1931) — pH 5.1—6.0 and Brandt (1933) — pH 4.8—6.0 (6.7). Mesoacidophilous.

Amblystegiaceae

Most of the representatives of this family do not grow on a strongly acid substratum (pH 3.0—4.5). Out of the 36 species studied, only the acidophilous *Drepanocladus exannulatus*, *Dr. fluitans* and *Calliergon stramineum* grow on strongly acid substrata, while the others are distributed on slightly acid, neutral or alkaline substrata. In this family there are only three, mentioned above, acidophilous species, four mesoacidophilous, as *Amblystegium Juratzkanum*, *Drepanocladus vernicosus*, *Calliergon trifarium* and *C. cordifolium*. There are two mesoacidoneutrophilous (pH 4.6—7.1) species — *Drepanocladus badius* and *Dr. uncinatus*, four hypoacidophilous (pH 5.6—6.9) — *Homomallium incurvatum*, *Campylium hispidulum*, *C. protensum* and *Calliergon Richardsonii*, and four hypoacidobasiphilous (pH 5.6—8.0) — *Amblystegium serpens*, *Campylium helodes*, *C. stellatum* and *Scorpidium scorpioides*. There are 9 species neutrobasiphilous or basineutrophilous (pH 6.5—8.0) and one neutrophilous: *Amblystegium subtilis*, *Ambl. riparium*, *Campylium Sommerfeltii*, *C. chrysophyllum*, *C. polygamum*, *Hygroamblystegium fluviatile*, *H. irriguum*, *Drepanocladus Sendtneri* and *Dr. lycopodioides*. There are also five basiphilous species: *Amblystegiella Sprucei*,

Cratoneuron commutatum, *Cr. filicinum*, *Calliergon turgescens* and *Call. megalophyllum*. The pH range of the substratum is very wide for the meioeuryionic *Amblystegium varium*, *Dr. intermedius*, *Calliergon giganteum* and the euryionic *Drep. aduncus*. Therefore most of the *Amblystegiaceae* (the hypoacidophilous, neutro- and basiphilous, as well as the meioeuryionic) prefer a slightly acid, neutral and alkaline substratum and they are generally distributed in the districts of Silurian limestone, Devonian dolomite and other lime-containing substrata.

Amblystegiella subtilis (Hedw.) Loeske. On trunks, roots and stones. Two samples tested had pH 6.65 and 6.92; HCl —. Neutrophilous (A mann 1919).

A. Sprucei (Bruch.) Loeske. On lime-containing Middle Devonian and Cambrian sandstone. Three samples tested, pH 6.74, 7.21 and 7.41; HCl +—++. Basiphilous (A mann 1919) or neutrobasiphilous.

Amblystegium serpens (L.) Br. eur. On Middle Devonian sandstone, stones, walls, on roots of trees, decayed wood, etc. 17 samples tested, pH 5.63—7.60; five samples give HCl +—++. According to Montgomery (1931) pH 5.8—8.2 Basi-hypoacidophilous. Zastrow (1934) has found that 0.1 mgr. Fe_2O_3 per litre is already injurious, while CaO up to 100 mgr. per litre is endured. The optimal pH is from 6.5 to 7.5 i. e. a slightly alkaline medium.

A. Juratzkanum Schimp. Found on decayed wood, pH 5.36. Mesoacidophilous (?).

A. varium (Hedw.) Lindb. On stumps, stones, walls and wet soil. Samples tested had pH 7.15, 7.19, 7.22 and 7.33; HCl +++. Montgomery (1931) gives pH 5.2—8.2. Meioeuryionic.

A. riparium (L.) Br. eur. Found in water on stones. Acidity of substrata: pH 7.06 and 7.5; HCl +. Basineutrophilous. Zastrow (1934) has found for this species the optimum at slightly acid and neutral reaction. Therefore it should be classified as basi-hypoacidophilous.

Homomallium incurvatum (Schrader) Loeske. On granite stones, pH 6.21 and 6.59. Hypoacidophilous (?).

Campylium hispidulum (Brid.) Lindb. On decayed wood in a forest, pH 6.40. Hypoacidophilous (?).

C. Sommerfeltii Bryhn. Found on roots and lime-containing soil. Tested three samples, pH 6.74, 7.02 and 7.15;

two last samples HCl +. Neutrophilous or neutrobasiophilous.

C. helodes (Spruce) Broth. Grows in marshy meadows and on ground near lakes. Three samples had pH 6.09, 7.06 and 7.10. A mann (1928) states pH 6.7—7.3. Redinger (1932) notes pH 7.56. Hypoacidobasiphilous.

C. chrysophyllum (Brid.) Bryhn. Common on lime-containing soil, rocks, at foot of trees in the Silurian limestone district of Estonia and the Devonian dolomite district of Latvia (Malta 1930). 13 samples tested, pH 6.60—7.80. Braun-Blanquet (1926) notes pH 4.2 and 6.2. Basineutrophilous (A mann 1919).

C. protensum (Brid.) Kindb. In forests, usually at the base of trees, pH 6.18; HCl —. Hypoacidophilous (?).

C. stellatum (Schreb.) Bryhn. Common in bogs, marshy meadows and on wet cliffs. Substratum contains more or less CaCO_3 . Tested 22 samples, pH 5.50—7.79. Christophersen (1925) mentions pH 5.6—6.9. According to A mann (1928) pH 7.0 and 7.1. Kotilainen (1923 and 1933) reports the pH range of bog plants with *C. stellatum* as 4.6—7.2. Other authors (Brandt, Brenner, Booberg, Kivinen), confirm these data. A mann (1928) notes pH 7.3—8.0. Hypoacidobasiphilous.

C. polygamum (Br. eur.) Bryhn. Wet meadows, bogs, etc., pH 7.35 (HCl ++). According to A mann (1928) pH 6.7—7.0. Redinger (1932) mentions pH 7.45. Basiphilous or neutrobasiphilous.

Hygroamblystegium fluviatile (Sw.) Loeske. Common in streams on granite stones and limestone, pH 6.68, 7.03, 8.34, HCl +—++. Neutrobasiphilous.

H. irriguum (Wils) Loeske. Usually on granite stones in streams, pH 6.92, 7.53 and 7.85; HCl +—++. Neutrobasiphilous.

Cratoneuron commutatum (Hedw.) Roth. Distributed in dolomite and limestone districts of Estonia and Latvia on wet lime-containing substrata (HCl +—+++), usually near springs. Tested nine samples, pH 6.98—7.63. A mann (1928) notes pH 7.6 and for var. *falcatum* — pH 6.9—7.0. According to Gams (1929) pH 6.8—9.9. Basiphilous.

Cr. filicinum (L.) Roth. Common on wet Middle Devonian sandstone, dolomite, Silurian limestone as well as on lime-containing soil in places rich in springs. 27 samples tested,

pH 6.90 — 8.00, HCl + — + + +. According to A m a n n (1926) pH 7.6. Basiphilous.

Cr. decipiens (De Not.) Loeske. A m a n n (1928) notes this species as neutrophilous.

Drepanocladus aduncus (Hedw.) Moenk. Wet places in bogs, lake-shores, etc. According to Moenkemeyer the variety *Kneiffii* grows on soil poor in lime; the var. *polycarpus* on the other hand on lime-containing substratum. The reaction amplitude of this species therefore is wide: for tested samples pH 4.3, 4.5 (in KCl sol. 3.9), 6.5, 7.0 (HCl +) and 7.3 (HCl + +). The last two values are of lime-containing soil upon which var. *polycarpus* is found. Meioeuryionic or euryionic. Zastrow (1934) has found that in cultures even small quantities of lime are injurious. In cultures the optimal pH is about 6.5 — 7.0.

Dr. Sendtneri (Schimp.) Warnst. In bogs and marshes. One sample tested had pH 6.99; HCl (+). A m a n n (1928) notes pH 7.3. Neutrobasiphilous (?).

Dr. lycopodioides (Schwaegr.) Warnst. Found on lime-containing peat for example in *Cladium mariscus* associations. Reaction measured in 6 samples, pH 6.68 — 7.77. Neutrobasiphilous. Zastrow (1934) has found in cultures calciphily, and that Fe_2O_3 is endured up to 0.4 mgr. In water-cultures minimum of lime is about 200 mgr. CaO per litre. In cultures (submerged and in air) the best growth was at pH 6.5 — 8.8, showing good accordance with the acidity of substrata of habitats.

Dr. vernicosus (Lindb.) Warnst. In bogs. According to Kotilainen (1928 and 1933) pH 4.9 — 6.2. Mesoacidophilous. Zastrow (1934) records for this species calciphoby, as well as pronounced acidophily (in water-culture good development was obtained at pH 4.6). Alkaline reaction is injurious.

Dr. intermedius (Lindb.) Warnst. Common in grass bogs and meadows. 23 samples tested, pH 4.98 — 7.73. Christophersen (1925) mentions pH 5.3 — 6.9, A m a n n (1928) — pH 7.5 and 8.0, Kotilainen (1928 and 1933) — pH 5.0 — 7.1, Brenner (1930) — pH 6.2, Booberg (1930) — 6.5 and 6.7, Kivinen (1933) — pH 6.5 and 7.0. Meioeuryionic.

Dr. badius (Hartm.) Roth. In bogs and meadows. Kotilainen (1928) mentions pH 4.4 — 5.3, A m a n n

(1928) — pH 7.0 and 7.1, Brenner (1930) — pH 7.0. Mesoacidoneutrophilous.

Dr. fluitans (L.) Warnst. Grows in bogs. Samples tested had pH 4.94, 5.24, 5.31 and 5.53. Christophersen (1925) notes pH 3.8—4.4 for plant communities where *Dr. fluitans* is growing. According to Kotilainen (1928 and 1933) pH 3.7—5.0, Gessner (1929) pH 5.2, Brenner (1930) pH 5.8 and 6.0, Kivinen (1933) pH 5.3. Acidophilous¹). Zastrow (1934) records development at varying reactions, except extremely acid and extremely alkaline ones.

Dr. exannulatus (Gümb.) Warnst. In bogs, lakes and boggy ditches. Christophersen (1925) notes for *Sphagnum* bog associations with *Dr. exannulatus* pH 3.8—4.1, Kotilainen (1928) — pH 3.2—3.4 and Brenner (1930 and 1931) — pH 3.7—6.2. This species is indifferent to acid and very acid substratum and is rarely found on neutral or slightly acid substrata (Brenner 1931). Acidophilous. Zastrow (1934) has found in her cultures a very wide pH range for this species: submerged as well as on wet soil it thrives at any pH. Different ecotypes show varying calciphily, which depends upon the habitat. Taking into consideration Zastrow's data this species should be classified as euryionic (?).

Dr. uncinatus (Hedw.) Warnst. Grows usually on granite stones, at foot of trunks, on decayed wood. Two tested samples had pH 6.07 and 6.32. Christophersen (1925) notes pH 4.1—6.7, Braun-Blanquet (1926) — pH 4.3—5.9, Amann (1928) — pH 6.6—7.0. Mesoacidoneutrophilous. In water-cultures Zastrow (1934) has found good growth at different pH. Endures lime in solution, but it has no positive influence. Small concentrations of Fe_2O_3 (0.2 mgr. per litre) are already injurious.

Scorpidium scorpioides (L.) Limpr. Grows in bogs and ditches with sufficiently high CaCO_3 content. Tested 12 samples, pH 5.73—7.55. According to Christophersen (1925) pH 6.1—6.3, Amann (1928) pH 7.0—8.0, Kotilainen (1928 and 1933) pH 5.0—6.4, Gams (1929) pH 4.0—7.0, Brenner (1930) pH 5.4 and 6.5, Booberg (1930) pH 6.5—6.7, Budde (1934) pH 7.0—7.8, Kivinen (1933) pH 5.3. Hypoacidobasiphilous or meioeuryionic.

¹) Cedercreutz (1934) has found it also in alkaline lake-water.

In water-cultures Zastrow (1934) has found for some ecotypes pronounced calciphily — without CaCO_3 the moss even perished. Nevertheless, the minimum of lime is small (25 mgr. CaO per litre), which gives great advantage to the moss in habitats. Optimum of lime is about 350 mgr. CaO per litre, pH about 7.5—8.0 being optimal for water-cultures, although it does not grow at an extremely alkaline reaction.

Calliergon turgescens (Th. Jens.) Kindb. Grows in wet stony places, pH 7.30, $\text{HCl}++$. Basiphilous (?).

C. trifarium (Web. et Mohr.) Kindb. In bogs. According to Christophersen (1925) and Kotilainen (1928 and 1933) this species grows at pH 5.2—5.5. Amann (1928) mentions pH 7.0—7.3. Gams (1929) notes pH 5.0—6.5, Brenner (1930) — pH 5.8 and 6.5. Mesoacidophilous or mesoacidoneutrophilous (?).

C. stramineum (Dicks) Kindb. Common in bogs and bog-edges. Two samples tested had pH 4.28 and 5.70. According to Christophersen (1925) pH 3.8—5.3. Kotilainen (1928 and 1933) notes pH 4.4—6.5, Amann (1928) — pH 7.0 and 7.1, Brenner (1930) — pH 5.6. Gams (1929) reports it as eury-mesoionic (pH 4.0—6.5). Acidophilous. This species Zastrow (1934) has found to be to some extent calcifuge, although in cultures it may endure calcium hydrocarbonate up to 70 mgr. CaO per litre. There is no growth at an alkaline reaction, optimum of growth being at pH 4—5, which confirms the high cH found in habitats.

C. cordifolium (Hedw.) Kindb. Wet forest ground, boggy trenches. Christophersen (1925) reports pH 5.2—5.3, Kotilainen (1925) — pH 4.5 and 4.6, Rühl (1928) — pH 4.1—7.0, Brenner (1930) — pH 5.1—6.2. Mesoacidophilous. According to Zastrow (1934) tolerates weak concentrations of lime (up to 150 mgr. CaO per litre), while 200 mgr. CaO per litre are injurious. Submerged in water-cultures best growth is obtained at pH 5.0—6.5. An alkaline reaction is less favourable.

C. Richardsonii (Mitt.) Kindb. Kotilainen (1928) notes for this species pH 5.8 and 6.0. Hypoacidophilous (?).

C. giganteum (Schimp.) Kindb. Common in grass bogs, bog trenches, etc. Three samples tested, pH 5.76, 6.88 and 7.13. Amann (1928) notes pH 6.7—8.0. Kotilainen (1928 and 1933) reports pH 5.2 and 5.3, Brandt (1933) — pH 5.4—6.5. Hypoacidoneutrophilous or

meioeuryionic. According to Zastrow (1934) endures 150 — 200 mgr. CaO per litre, although the development is not promoted and at 300 mgr. per litre the moss rapidly perishes. Very small concentrations of iron are already injurious. In cultures (submerged and on solid substratum) good development is obtained at pH 5.0 — 7.5.

C. megalophyllum Mikut. In Lake Usma. According to V. Ozoliņš pH 7.2 — 7.8. Basiphilous (?).

Brachytheciaceae

Concerning the reaction of their substrata the mosses of this family are in general similar to the *Amblystegiaceae*, most of the species usually growing on slightly acid, neutral or alkaline substratum (see fig. 5 p. 53). There are two acidophilous (pH 3.0 — 6.5) species (*Brachythecium curtum* and *Scleropodium purum*), one mesoacidophilous (pH 4.6 — 6.5) — *Brachythecium reflexum* and four mesoacidoneutrophilous (pH 4.6 — 7.1) species (*Brachythecium albicans*, *Br. salebrosum*, *Br. velutinum* and *Eurhynchium striatum*). One species is hypoacidoneutrophilous (*Eurhynchium Swartzii*), seven are hypoacidobasiphilous (pH 5.6 — 8.0) — *Camptothecium lutescens*, *Brachythecium Mildeum*, *Br. rutabulum*, *Br. rivulare*, *Br. populeum*, *Eurhynchium praelongum* and *E. strigosum*. Three species are basineutrophilous or neutrobasiphilous (pH 6.6 — 8.5): *Hygrohypnum palustre*, *Rhynchostegium murale* and *Rh. rusciforme*, one basiphilous — *Rhynchostegiella compacta*, three euryionic (pH 5.0 — 8.0) — *Acrocladium cuspidatum*, *Brachythecium glareosum* and *Cirriphylum piliferum*. The substrata of the basiphilous, neutrophilous and sometimes also of the hypoacidophilous mosses usually contain calcium (sometimes also magnesium) carbonate and therefore they are distributed on calcareous soils and substrata in the Silurian limestone and Devonian dolomite districts of the Baltic States.

Homalothecium sericeum (L.) Br. eur. On dolomite, limestone and sandstone cliffs, trunks and gravelly lime-containing soil. 17 samples tested, pH 6.45 — 7.67. Neutrobasiphilous.

Camptothecium trichoides (Neck.) Broth. Common in bogs and marshes. Nine samples tested, pH 6.40 — 7.97. According to Kotilainen (1928 and 1933) pH 4.4 — 8.0, Booberg (1930) pH 4.9 — 6.6, Brenner (1931) pH 5.6 — 7.1. Meioeuryionic.

Zastrow (1934) has found in water-cultures the optimal conditions for growth at neutral or slightly acid reaction, which is in good accordance with the data obtained for natural habitats. The author has found no pronounced calciphily, optimum being about 200—350 mgr. CaO per litre, and maximum about 350—450 mgr., while Fe_2O_3 was injurious, beginning with 1.0 mgr. per litre.

C. lutescens (Huds.) Br. eur. On lime-containing dry soil ($\text{HCl} + - + + +$), on limestone, dolomite, sandstone cliffs, walls and tree trunks. 12 samples tested, pH 5.59—8.57; most of them give $\text{HCl} + - + + +$ ($\text{ci} = 0.53$, subcalciphilous). Hypoacidobasiphilous.

Acrocladium cuspidatum (L.) Lindb. Usually in wet meadows, grass bogs, on boggy river banks and lake-shores as well as on wet dolomite. 44 substrata tested, pH 5.08—8.34, most of them had pH 5.6—7.6. Amann (1928) states pH 6.7—7.0, Kotilainen (1928) mentions pH 4.9—5.3, Rühl (1928) — pH 6.1—6.5, Gams (1929) — pH 5.2—8.0 and Brenner (1930—1931) — pH 5.3—6.1. Meioeuryionic. According to Zastrow (1934) in water-cultures the optimum of lime is at 150 mgr. and maximum at 300 mgr. CaO per litre. Iron is tolerated up to 0.5 mgr. Fe_2O_3 per litre. In water-cultures the pH range is rather wide (5.0—8.0), which is in good accordance with the data for natural habitats.

Hygrohypnum palustre (Huds.) Loeske. In water on Devonian dolomite, granite stones, Cambrian sandstone. Acidity of substrata tested: pH (6.77) 7.08—7.51; they all give $\text{HCl} + - + +$. Neutrobasiphilous.

Brachythecium erythrorrhizon Br. eur, pH 5.40.

Br. albicans (Neck.) Br. eur. In coniferous forests on dry sandy soil, etc. Five samples tested, pH 5.05, 5.09, 6.57, 6.80 and 7.00. Mesoacidoneutrophilous.

Br. glareosum (Bruch.) Br. eur. On Silurian limestone and calcareous soil. Four samples tested, pH 7.14—7.27, $\text{HCl} + - + + +$. Amann (1928) notes pH 6.9—7.0. According to Braun-Blanquet (1926) pH 5.1 in *Luzuletum spadicæ* and pH 5.2—6.2 in *Androsacion alpinae*. Meioeuryionic.

Br. salebrosum (Hoffm.) Br. eur. Common on roots of trees, on granite boulders, Devonian sandstone and on forest soil. Nine samples tested, pH 5.28—6.90. According to Montgomery (1931) pH 5.4—7.0. Neutromesoacidophilous.

Br. Mildeanum (Schimp.) Schimp. Grows in boggy meadows, on wet loamy soil. Eight samples tested, pH 6.00 — 7.31, four samples give HCl + — ++. Hypoacidobasiphilous.

Br. rutabulum (L.) Br. eur. Common on forest soil, Cambrian and Devonian sandstone, etc. Nine samples tested, pH 5.33 — 6.90. One sample HCl +. A mann (1928) records pH 7.5, Rheinwald (1928) — pH 7.08, Montgomery (1931) — pH 4.6 — 8.0 and Redinger (1932) — pH 7.56. Hypoacidobasiphilous.

Br. rivulare (L.) Br. eur. Common on wet limestone, sandstone, dolomite and granite stones near water, in many cases submerged. 21 measurements give a pH range 5.50 — 7.66. All samples except two give HCl + — +++ (ci = 0.81, subcalciphilous). A mann (1928) reports pH 6.6 and 7.6. Hypoacidobasiphilous.

Zastrow (1934) in water-cultures has found for this species the optimal conditions of growth at neutral, slightly acid and slightly alkaline reaction. Optimum of lime — 350 mgr. CaO per litre, maximum — about 450 mgr. Tolerates rather large amounts of iron (up to 6 mgr. Fe₂O₃ per litre).

Br. curtum (Lindb.) Lindb. Grows in coniferous and mixed forests on soil rich in humus and decayed wood. Measurements give the following pH values: 3.64 (in n/2 KCl sol. 3.46), 4.55 (in n/2 KCl sol. 3.74), 5.51 and 5.43; HCl —. Acidophilous.

Br. reflexum (Starke) Br. eur. On roots, granite stones, etc., pH 5.23, 5.37, 5.49 and 5.74; HCl —. Christophersen (1925) records pH 5.2 — 6.9, Braun-Blanquet (1926) — pH 4.7, 5.3 and 5.2 — 6.2 and Brenner (1931) — pH 5.0 — 5.7. Mesoacidophilous.

Br. velutinum (L.) Br. eur. Common in deciduous and coniferous forests on decayed trunks, also on Devonian sandstone. Eight substrata tested, pH 5.09 — 6.80. Two samples HCl +. A mann (1928) notes pH 7.2 and 7.0. Mesoacidoneutrophilous or neutromesoacidophilous.

Br. populeum (Sw.) Br. eur. Distributed on granite stones, limestone, dolomite and sandstone. Nine samples tested, pH 5.56 — 7.36, 3 samples gave HCl + — ++. A mann (1928) notes pH 7.2 and 7.6. Hypoacidobasiphilous.

Scleropodium purum (L.) Limpr. On forest soil, pH 5.95 (in KCl sol. 5.49). According to Hartmann (1925)

this species has a wide amplitude of reaction, pH 3.5—6.5—7.3. Barth (1928) notes pH 3.85, Koppe (1932) — pH 5.8 and 6.4. Acidophilous.

Cirriphyllum Vaucheri (Schimp.) Loeske. According to Amann (1928) basiphilous.

Cirriphyllum piliferum (Schreb.) Grout. On forest soil, pH 5.08 (in n/2 KCl sol. 4.41), 6.32, 7.34 and 7.47 (in n/2 KCl sol. 7.12). The two last samples give HCl + — ++. Amann (1928) notes pH 6.6. Meioeuryionic.

Eurhynchium praelongum (Hedw.) Br. eur. Grows on loamy arable soil, garden soil and in forests, but also on dolomite, limestone and sandstone. Five samples tested, pH 6.27—7.45, HCl + — ++++. For var. *Stokesii* (*E. Stokesii*) Zastrow (1934) has found pH 7.8. Hypoacidobasiphilous.

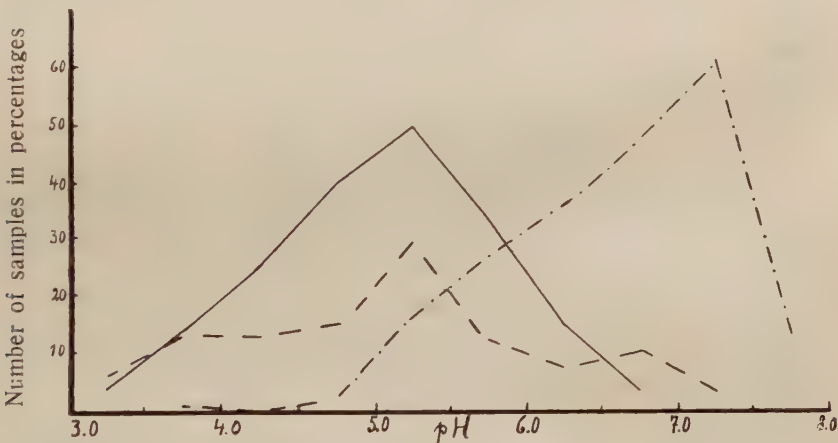


Fig. 5. pH curves of *Brachytheciaceae* — — — —, *Hylocomiaceae* — — — —, and *Polytrichaceae* — . — . — .

E. Swartzii (Turn.) Curn. On roots, trunks and stones in shade, on forest soil and sandstone, pH 6.59, 6.9 and 6.96 (HCl +). Hypoacidoneutrophilous (?).

E. strigosum (Hoffm.) Br. eur. Common in forests on soil rich in humus and Middle Devonian sandstone, pH 5.87—7.01. Three samples gave HCl + — ++. According to Amann (1926) pH 7.7. Hypoacidobasiphilous (?).

E. striatum (Schrb.) Schimp. Common in forests, and also on Middle Devonian sandstone, pH 4.86—6.81 (in KCl 3.99—6.7). According to Rühl (1928) pH 4.1—7.0. On *Carpinus* forest soil (Kirsteins and Eiche 1934) pH 4.5—5.1. Neutromesoacidophilous.

Rhynchostegiella compacta (C. Müll) Loeske. On Middle Devonian dolomite, pH 7.66 and 7.69, HCl ++. Basiphilous.

Rhynchostegium murale (Neck.) Br. eur. On wet rocks and walls, pH 7.28, HCl +. A mann (1928) notes pH 7.3. Basineutrophilous (A mann 1919).

Rh. rusciforme (Neck.) Br. eur. Found on granite stones and dolomite in rivers. Three substrata tested, pH 6.72, 6.86 and 7.5 (HCl +). According to Redinger (1932) pH 7.6. Neutrobasiphilous.

Entodontaceae

Platygyrium repens (Brid.) Br. eur. Grows usually at the foot of trees, on trunks, etc. One sample had pH 5.06. Mesoacidophilous.

Pterygynandrum filiforme (Timm) Hedw. Found on granite stones. Tested substratum had pH 5.08. A mann (1928) states pH 6.0—7.1. Mesoacidoneutrophilous.

Plagiotheciaceae

The mosses studied grow on acid substrata rich in organic matter, but rather poor in bases. Only *Isopterygium depressum* is found on substratum rich in bases — on dolomite and limestone.

Isopterygium pulchellum (Dicks.) Broth. On roots, in crevices of rocks, pH 5.87. Braun-Blanquet (1926) notes pH 5.8 and 6.2, Montgomery (1931) — pH 4.0—6.0. Mesoacidophilous.

I. depressum (Bruch.) Mitt. Grows on Middle Devonian sandstone and dolomite as well as on granite stones, pH 6.58, 6.64 (in $n/2$ KCl 6.32) and 7.14 (in $n/2$ KCl 7.82), HCl +. A mann (1928) reports pH 7.2 and 7.6. Hypoacidobasiphilous.

I. repens (Poll.) Lindb. Grows in forests, usually on decayed wood, but also on bark at the foot of trees, granite stones and humous forest soil. 11 samples tested, pH 4.18—5.35. Acidophilous.

Plagiothecium Roeseanum (Hampe) Br. eur. Found on Middle Devonian sandstone. Five samples tested, pH 5.40, 5.78 (in KCl sol. 5.14), 5.98 (in KCl 6.12), 6.13 (in KCl 6.39) and 6.48, HCl —. A mann (1928) notes pH 6.6. Mesoacidophilous.

Pl. succulentum (Wils) Lindb. On forest soil rich in humus, pH 4.15, 4.74 and 6.17, HCl —. Acidophilous.

Pl. denticulatum (L.) Br. eur. Usually on forest soil rich in humus and on roots of trees. Nine samples tested, pH 4.65 — 6.26, HCl —. According to Montgomery (1932) pH 4.8 — 6.8. Mesoacidophilous. For this species Zastrow (1934) has found in water-cultures the optimal growth at neutral reaction, with small deviations to the acid and alkaline reaction. Does not endure more lime than 80 mgr. CaO per litre, but iron even in very small quantities. Its calcifugy, like that of *Calliergon stramineum*, is in good accordance with the data for habitats. The neutrophily of this species in cultures should be studied experimentally, as up to the present it is not found in habitats.

Pl. laetum Br. eur. Distributed in forests on the roots of trees, decayed wood and granite stones. 14 samples tested, pH 4.21 — 5.16. Acidophilous.

Pl. curvifolium Schlieph. On forest soil, pH 4.41, 4.45 and 4.73, HCl —. Acidophilous.

Hypnaceae

Most of the representatives of this family prefer an acid substratum, as the hyperacidophilous (pH 3.0 — 4.5) *Ptilium crista castrensis*, the mesoacidophilous (pH 4.6 — 6.5) *Hypnum pallescens*, the acidophilous (pH 3.0 — 6.5) *Heterophyllum Haldanianum* and the neutroacidophilous *Hypnum cupressiforme*. The neutrohypoacidophilous (pH 5.6 — 7.1) *Pylaisia polyantha* grows on a slightly acid or neutral substratum. The hypoacidobasiphilous (pH 5.6 — 8.5) *Hypnum arcuatum* and basineutrophilous (pH 6.6 — 8.5) or neutrobasiphilous *Ctenidium molluscum* grow on a calcareous substratum. Therefore the latter species is distributed in the Silurian limestone district of Estonia as well as on wet calcareous soil in the Devonian dolomite district.

Pylaisia polyantha (Schreb.) Br. eur. Grows usually on bark of trees, seldom on granite stones. Eight samples tested, pH 5.76 — 6.88. One sample HCl +. Hypoacidoneutrophilous.

Hypnum pallescens (Hedw.) Palis. Grows at the foot of trees and on granite stones. Sample tested had pH 4.93. Mesoacidophilous (?).

H. cupressiforme L. Common on granite stones, tree trunks and on ground. 10 samples tested, pH 3.75 — 6.95. Amann (1928) mentions pH range 6.0 — 6.8. Neutroacidophilous or euryionic.

H. arcuatum Lindb. Grows usually on clay, stones, wet humous soil and wood. Six samples tested, pH 6.70 — 7.86.

Five samples had HCl +. According to Brenner (1930) pH 5.6 and Brandt (1933) pH 5.5—7.0. Hypoacidobasiphilous.

H. pratense Koch. A mann (1928) notes pH 6.7—7.0. Neutrophilous (?).

Heterophyllum Haldanianum (Grew.) Kindb. On forest ground, rotten trunks, pH 5.09. Montgomery reports pH 3.8—5.4. Acidophilous.

Ptilium crista castrensis (L.) De Not. Common on ground in coniferous woods. Samples tested (raw humus) had pH 3.2—4.5. According to Dojarenko (1926) pH 4.0—5.0 and Rühl (1928) pH 3.6—5.5. Hyperacidophilous.

Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt. On humous calcareous soil. Sample tested had pH 7.42. A mann (1928) states pH 7.2 and 7.6. Basineutrophilous (A mann (1919) or neutrobasiphilous.

Hylocomiaceae

The five species studied prefer an acid substratum, but *Pleurozium Schreberi*, *Hylocomium proliferum* and others are sometimes found also on a calcareous one.

Pleurozium Schreberi (Willd.) Mitt. Common on forest ground, meadows, etc. 31 samples tested, pH 3.30—7.22, mostly 3.5—5.5. Hartmann (1925) reports pH 4.0—7.3, Braun-Blanquet (1926) — pH 4.7, Dojarenko (1926) — pH 4.5—7.2, A mann (1928) — pH 6.0—6.8, Kotilainen (1928 and 1933) — pH 3.3—6.5, Rühl (1928) — pH 3.6—6.5, Brenner (1930 and 1931) — pH 3.5—7.2. *Carpinus* forest ground (Kirsteins and Eiche 1934) had pH 4.5 and 5.1. Neutroacidophilous.

Rhytidiadelphus triquetrus (L.) Warnst. Grows in forests on humous and loamy soil, on the roots of trees, sandstone, etc. 33 samples tested, pH 3.48—7.07, mostly 4.6—7.0. Three samples had HCl +. Braun-Blanquet (1926) notes pH 4.7, Dojarenko (1926) — pH 5.5—7.2, Rheinwald (1928) — pH 6.15, 6.22 and 7.08, Rühl (1928) — pH 3.6—7.0, Brenner (1930, 1931) — pH 3.5—7.2, Montgomery (1931) — pH 6.6—7.2 and Brandt (1933) — pH 3.5—7.0. *Carpinus* wood soil (Kirsteins and Eiche 1934) had pH 4.5—5.2. Neutroacidophilous.

Rhytidiadelphus squarrosus (L.) Warnst. Common on meadows among grass, etc. 15 samples tested, pH 3.60—

— 6.62, usually 5.1—6.5. According to Christophersen (1925) pH 5.0—5.3 and Brenner (1930) pH 4.9—6.7. Acidophilous.

Hylocomium proliferum (L.) Lindb. Common in forests. 26 samples tested, pH 3.48—7.34, mostly 4.0—5.5 (in KCl 3.22—5.12), Christophersen (1925) notes pH 4.0—6.8, Braun-Blanquet (1926) — pH 4.7 and 5.1, Hartmann (1928) — pH 4.0, 4.1 and 7.3, Dojarenko (1926) — pH 4.5—7.2, Amann (1928) — pH 6.0—7.1, Rheinwald (1928) — pH 4.95, 6.15 and 6.32, Kotilainen (1928) — pH 4.2—6.7, Rühl (1928) — pH 3.6—7.0, Booberg (1930) — pH 5.4—6.1, Brenner (1930 and 1931) — pH 3.5—7.2, Brandt (1933) — pH 3.5—7.0. *Carpinus Betulus* wood ground (Kirsteins and Eiche, 1934) had pH 4.5—5.2. Neutroacidophilous.

H. umbratum (Ehrh.) Br. eur. On forest ground. Brandt (1933) reports pH 5.1—6.9 and 4.4—6.7 in (10—15 cm. depth) plant associations with *H. umbratum*. Amann (1928) notes pH 6.6. Mesoacidophilous.

Buxbaumiaceae

Buxbaumia aphylla L. Distributed in *Pinus silvestris* woods on humous sand, pH 3.32 (in KCl pH 3.23), 4.39, 4.66, 4.73 (in KCl pH 3.96), 5.58 and 5.76. Acidophilous.

Polytrichaceae

In the territory of the Baltic States the representatives of this family prefer acid substrata (fig. 5 p. 53). Out of a large number of samples tested only three: *Catharinaea undulata*, *Pogonatum urnigerum* and *Polytrichum attenuatum* are found on neutral substratum. Once in a pine wood *Polytrichum piliferum* was found on a limestone fragment (pH 7.38). Montgomery (1933) has found *Catharinaea angustata*, *C. undulata*, *Polytrichum commune* and *P. piliferum* on calcareous substrata. As it has been proved in experiments (Apinis and Bluķis, 1933, not yet published) that *Polytrichum* does not grow at alkaline reaction, the alkaline reaction of their substratum should be investigated more closely. It often occurs that the surface of calcareous substrata (i. e. soil, stones, etc.) may be leached or their active bases neutralised by humus, and thus the calcareous substratum is really more or less acid physiologically.

The genera *Polytrichum* and *Catharinaea* may be classified as acidophilous (pH 3.0—6.5), and *Pogonatum* as mesoacidophilous (pH 4.6—6.5). Considering Montgomery's (1933) data *Catharinaea angustata* is classified as meioeuryonic (pH 5.0—8.0).

Catharinaea angustata Brid. On humous sandy soil, pH 4.73, 5.33 and 5.47, HCl —. Mesoacidophilous. Montgomery has found it also on an alkaline substratum, pH 4.4—6.2—7.6 and therefore it should be classified as meioeuryonic.

C. tenella Röhl. On humous soil on slopes, ditch-sides, etc. 13 samples tested, pH 4.09—5.80; HCl —. Koppe (1932) notes pH 4.3—6.4. Acidophilous.

C. undulata (L.) Web. Grows usually on loamy or sandy soil in woods and bushes, on Middle Devonian sandstone, etc. 50 samples tested, pH 3.96—6.58 (in KCl pH 3.75—6.81), mostly pH 4.1—6.5; HCl —. Acidophilous. Hartmann (1925) reports pH 4.25, Rheinwald (1928) — pH 4.95, Barth (1928) — pH 5.32 and Montgomery (1931) — pH (4.0) 5.4—7.6.

Pogonatum nanum (Schreb.) P. B. On sandy soil, pH 4.83, 5.16, 5.19 and 5.26; HCl —. Mesoacidophilous.

P. aloides (Hedw.) P. B. Found on sandy ditch-sides, pH 4.69 (in KCl 4.42) and 5.16; HCl —. Amann (1928) reports pH 6.6. Mesoacidophilous.

P. urnigerum (L.) Palis. Grows on loamy sand on the slopes of embankments, Middle Devonian sandstone, etc. 17 samples tested, pH range 4.62—6.66 (in KCl pH 4.1—6.12), one sample HCl +. Amann (1928) notes pH 6.0—6.8. Mesoacidophilous.

Polytrichum gracile Menz. Grows in grass bogs and boggy meadows. Substrata tested had pH 3.40—5.68. According to Brenner (1930, 1931) pH 4.8—6.2. Acidophilous.

P. attenuatum Menz. Distributed in deciduous and mixed forests and Middle Devonian sandstone. 23 samples tested, pH 3.75—6.8 (in n/2 KCl sol. pH 3.3—6.7); HCl —. Hartmann notes pH 4.25, Braun-Blanquet (1926) — pH 4.7, Amann (1928) — pH 6.0—6.8, Rheinwald (1928) — pH 4.5, 4.97 and 5.27, Barth (1928) — pH 5.32. Acidophilous.

P. commune L. Grows usually in wet coniferous and mixed forests. Six samples tested, pH 3.33, 3.80, 4.25, 4.52, 4.7 and 5.63 (in KCl 5.35). Christophersen (1925) reports pH 4.0—4.8, Dojarenko (1926) — pH 6.5—7.0, Barth (1928) — pH 3.85, 4.95 and 5.51, Kotilainen (1928) — pH 3.3—5.0, Rheinwald (1928) — pH 4.55 and 5.22, Rühl (1928) — pH 3.6—5.0, Gessner (1929) — pH 3.0—4.0, Brenner (1930 and 1931) — pH 4.2—5.2, Kupffer (1930) — pH (3.2) 3.3—5.0 (6.0), Montgomery (1931) — pH 4.2—6.8 (7.6) and Brandt (1933) — pH 3.5—6.5. Acidophilous.

P. juniperinum Willd. Heath and bare sand, dry peat, etc. 22 samples tested, pH 4.00—5.94; HCl —. According to Christophersen (1925) pH 4.0—5.3, Braun-Blanquet (1926) pH 4.3—6.2, Amann (1928) pH 6.0—7.1. Brenner (1930 and 1931) notes pH 5.4, Montgomery (1931) — pH 5.6—5.8, and Brandt (1933) — pH 3.9—5.8. Acidophilous.

P. strictum Banks. Common in *Sphagnum* bogs and boggy forests: pH 3.29—5.65, usually 3.6—5.0. Allorge (1925) notes pH 3.9—4.4, Christophersen (1925) — pH 3.6—3.7, Dojarenko (1926) — pH 4.2—5.3, Kotilainen (1928) — pH 3.1—3.3 (5.4), Erandt (1933) — pH 3.5—5.9, Budde (1934) — pH 3.8—6.3, Booberg (1930) — pH 4.5—5.95. Acidophilous (Amann 1928).

P. piliferum Schreb. Grows usually on dry sandy soil in coniferous forests and in dune districts. Once found on a limestone fragment in pine wood. Samples tested give a pH range 4.19—7.38, mostly pH 4.2—5.5. Hartmann (1925) reports pH 3.9, Braun-Blanquet (1926) — pH 4.3—5.7, Eklund (1930) — pH 4.25 and Montgomery (1931) — pH (4.2) 4.4—6.8 (7.2). Acidophilous.

In the following table the species are arranged in systematic order and the number of samples tested is given in the columns of the 0.5 pH units.

The dotted line gives the pH intervals of species for which there are data only from literature. For other species the data from literature are found at the respective species in text. In the table on the right is noted the pH interval group of the species. For the abbreviations see pages 7—8 or the table at the end.

	pH intervals								pH group		
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0		7.1—7.5	7.6—8.0
<i>Andreaeaceae</i>											
<i>Andreaea petrophila</i>	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	a
<i>Fissidentaceae</i>											
<i>Fissidens pusillus</i>	—	—	—	—	—	2	8	3	—	—	han
" <i>bryoides</i>	—	—	—	—	—	2	4	3	—	—	han
" <i>exilis</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	ha ?
" <i>crassipes</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	b
" <i>Arnoldi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	b
" <i>osmundoides</i>	—	—	—	—	1	4	4	—	—	—	ha
" <i>taxifolius</i>	—	—	—	—	—	1	2	9	4	—	hab
" <i>adanthoides</i>	—	—	—	2	2	1	3	2	3	1	me
" <i>cristatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	14	b
" <i>Julianus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	b
<i>Ditrichaceae</i>											
<i>Pleurodium alternifolium</i>	—	—	—	—	2	4	—	—	—	—	ma
<i>Ditrichum flexicaule</i>	—	—	—	—	—	—	4	4	1	—	bha
" <i>tortile</i>	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—	ma
" <i>tenuifolium</i>	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	ma
<i>Ceratodon purpureus</i>	—	1	3	12	11	6	9	15	7	—	e
" <i>conicus</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	ha or a
<i>Distichium capillaceum</i>	—	—	—	—	—	—	4	18	4	—	nb
" <i>inclinatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	3	2	b
<i>Seligeraceae</i>											
<i>Seligeria Doniana</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	b
" <i>pusilla</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	nb
" <i>calcarea</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	nb
" <i>setacea</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	nb
<i>Dicranaceae</i>											
<i>Trematodon ambiguus</i>	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—	ma
<i>Anisothecium rufescens</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	ha ?
" <i>crispum</i>	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	han ?
" <i>vaginale</i>	—	—	—	1	4	3	3	—	—	—	ma
" <i>rubrum</i>	—	—	—	—	—	1	3	8	13	1	hab
<i>Dicranella subulata</i>	—	—	—	—	2	2	2	—	—	—	ma
" <i>cerviculata</i>	—	9	4	5	—	2	1	—	—	—	a
" <i>heteromalla</i>	—	3	4	4	12	5	2	2	—	—	na
<i>Dicranodontium longirostre</i>	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	a
<i>Rhabdoweisia fugax</i>	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	ma

	pH intervals									pH group	
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5		7.6—8.0
<i>Cynodontium torquescens</i> . . .	—	—	—	1	2	—	1	—	—	ma	
„ <i>strumiferum</i> . . .	—	—	—	2	—	—	—	—	—	ma	
<i>Dichodontium pellucidum</i> . . .	—	—	—	—	1	3	1	3	2	hab	
<i>Kiaeria Blyttii</i>	—	—	—	1	1	—	—	—	—	ma?	
<i>Orthodicranum flagellare</i> . . .	—	6	6	1	—	—	—	—	—	hyra	
„ <i>montanum</i>	—	—	16	3	—	—	—	—	—	hyra	
<i>Dicranum Mülenbeckii</i>	—	—	—	1	1	1	—	—	—	ma	
„ <i>fuscescens</i>	—	—	1	1	1	—	—	—	—	a	
„ <i>viride</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	—	ma	
„ <i>majus</i>	—	1	1	4	—	1	—	—	—	a	
„ <i>scoparium</i>	—	9	14	11	7	2	1	—	—	a	
„ <i>Bonjeani</i>	—	—	1	5	3	2	1	—	—	a	
„ <i>undulatum</i>	1	3	5	2	1	1	—	—	—	a	
„ <i>Bergeri</i>	—	4	5	1	—	—	—	—	—	hyra	
„ <i>spurium</i>	1	2	—	—	—	—	—	—	—	hyra	
„ <i>robustum</i>	—	—	1	—	1	—	—	—	—	ma	
<i>Paraleucobryum longifolium</i> . .	—	—	2	4	2	—	—	—	—	ma	
<i>Leucobryaceae</i>											
<i>Leucobryum glaucum</i>	—	—	2	2	—	1	—	—	—	a	
<i>Pottiaceae</i>											
<i>Hymenostomum microstomum</i> . .	—	—	—	—	—	—	1	—	2	nb	
<i>Weisia viridula</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	ha?	
<i>Gymnostomum calcareum</i>	—	—	—	—	—	—	5	8	12	nb	
„ <i>rupestre</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	b	
<i>Gyroweisia tenuis</i>	—	—	—	—	—	—	3	11	7	bn	
<i>Hymenostylium curvirostre</i> . . .	—	—	—	—	—	—	1	3	10	nb	
<i>Eucladium verticillatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	10	b	
<i>Trichostomum cylindricum</i>	—	—	—	—	—	2	1	—	—	ha	
„ <i>crispulum</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	2	bn?	
<i>Tortella tortuosa</i>	—	—	—	—	—	—	2	4	7	hab	
„ <i>inclinata</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	6	hab	
„ <i>fragilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	7	nb	
<i>Didymodon rubellus</i>	—	—	—	—	—	11	15	19	4	bha	
„ <i>tophaceus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	b	
<i>Barbula fallax</i>	—	—	—	—	—	—	3	18	20	nb	
„ <i>cylindrica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	nb?	
„ <i>spadicea</i>	—	—	—	—	—	—	6	5	4	nb	
„ <i>reflexa</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	2	nb	
„ <i>rigidula</i>	—	—	—	—	—	—	3	7	8	nb	
„ <i>ungiculata</i>	—	—	—	—	—	—	5	4	8	nb	
„ <i>convoluta</i>	—	—	—	—	—	1	5	4	15	hab	
<i>Phascum acaulon</i>	—	—	—	—	—	1	2	1	—	ha	

	pH intervals									pH group	
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5		7.6—8.0
<i>Pottia bryoides</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	nb
<i>minutula</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	nb
<i>truncatula</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	ha ?
<i>intermedia</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	ha ?
<i>Heimii</i>	—	—	—	—	—	—	3	5	3	—	hab
<i>Pterygoneurum pusillum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	bn
<i>Desmatodon cernuus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	b
<i>Tortula lingulata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	hab
<i>muralis</i>	—	—	—	—	1	2	1	2	3	—	hab
<i>subulata</i>	—	—	—	—	2	1	8	1	6	—	me
<i>pulvinata</i>	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	ma ?
<i>ruralis</i>	—	—	—	—	6	7	6	3	7	—	me
<i>Cinclidotus danubicus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	b
<i>Encalyptaceae</i>											
<i>Encalypta vulgaris</i>	—	—	—	—	—	2	1	2	1	—	hab
<i>rhabdocarpa</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	hab
<i>ciliata</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	hab
<i>contorta</i>	—	—	—	—	—	2	8	18	16	3	hab
<i>Grimmiaceae</i>											
<i>Grimmia commutata</i>	—	—	—	—	—	2	1	2	—	—	ha
<i>ovalis</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	ma ?
<i>Mühlenbeckii</i>	—	—	—	2	2	1	—	—	—	—	ma
<i>pulvinata</i>	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	han
<i>patens</i>	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	ma
<i>Hartmanii</i>	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	ma
<i>Schistidium angustum</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	ha ?
<i>apocarpum</i>	—	—	—	—	1	3	8	4	—	—	me
<i>Racomitrium heterostichum</i>	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	ma
<i>microcarpum</i>	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	ma
<i>canescens</i>	—	—	3	—	1	3	2	2	—	—	a
<i>Disceliaceae</i>											
<i>Discelium nudum</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	ma
<i>Ephemeraceae</i>											
<i>Ephemerum serratum</i>	—	—	—	—	2	—	1	—	1	—	han
<i>Funariaceae</i>											
<i>Physcomitrella patens</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	nb
<i>Physcomitrium piriforme</i>	—	—	—	—	—	1	—	2	5	—	hab
<i>Funaria hygrometrica</i>	—	—	—	—	1	2	8	10	14	12	me

	pH intervals										pH group
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	7.6—8.0	
<i>Splachnaceae</i>											
<i>Tayloria tenuis</i>	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	ma?
<i>Haplodon Wormskjoldii</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	ma?
<i>Splachnum sphaericum</i>	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	ma?
<i>ampullaceum</i>	—	1	—	1	1	—	2	1	—	—	a
<i>vasculosum</i>	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	ma
<i>Schistostegaceae</i>											
<i>Schistostega osmundacea</i>	—	—	1	1	—	—	2	—	—	—	ma
<i>Georgiaceae</i>											
<i>Georgia pellucida</i>	1	7	9	4	4	1	—	—	—	—	a
<i>Bryaceae</i>											
<i>Leptobryum piriforme</i>	—	—	—	—	2	1	7	7	5	2	me
<i>Pohlia elongata</i>	—	—	—	1	1	3	—	—	—	—	ma
<i>cruda</i>	—	—	—	—	3	3	9	6	1	—	me
<i>nutans</i>	2	8	10	6	1	2	1	—	—	—	a
<i>proliger</i>	—	—	—	2	4	6	16	2	1	—	n ma
<i>grandiflora</i>	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	ma
<i>bulbifera</i>	—	—	1	1	1	2	1	—	—	—	ma
<i>annotina</i>	—	—	—	—	2	2	1	—	—	—	ma
<i>pulchella</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	ma?
<i>Mniobryum albicans</i>	—	—	—	—	—	1	5	4	1	1	bha
<i>carneum</i>	—	—	—	—	3	1	—	3	2	—	me
<i>Bryum Marratii</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	nb?
<i>Brownii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	nb?
<i>warneum</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	hab?
<i>mamillatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	b?
<i>pendulum</i>	—	—	—	—	—	1	5	12	6	—	hab
<i>pallens</i>	—	—	—	—	—	2	2	3	4	—	hab
<i>Duvallii</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	ha?
<i>cyclophyllum</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	ma?
<i>lacustre</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	bn
<i>inclinatum</i>	—	—	—	—	—	2	1	1	—	—	ha
<i>lapponicum</i>	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	ha
<i>neodamense</i>	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	bn
<i>ventricosum</i>	—	—	—	—	—	2	2	6	7	4	me
<i>bimum</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	2	2	hab
<i>intermedium</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	nb
<i>cirratum</i>	—	—	—	—	—	—	3	2	1	—	han?
<i>caespitium</i>	—	—	—	—	—	2	3	4	—	—	man
<i>Kunzei</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	b
<i>Funckii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	b?

	pH intervals									pH group	
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5		7.6—8.0
<i>Bryum Blindii</i>	—	—	—	—	—	—	2	3	—	nb	
„ <i>argenteum</i>	—	—	—	—	—	—	2	5	3	hab	
„ <i>erythrocarpum</i>	—	—	—	—	1	—	—	1	—	ma	
„ <i>elegans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	me	
„ <i>capillare</i>	—	—	—	—	2	2	4	1	2	me	
<i>Rhodobryum roseum</i>	—	—	1	1	1	1	1	1	—	ma	
<i>Mniaceae</i>											
<i>Mnium hornum</i>	—	2	6	7	5	6	5	—	—	a	
„ <i>riparium</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	ha?	
„ <i>marginatum</i>	—	—	—	—	—	—	5	2	—	ha	
„ <i>undulatum</i>	—	—	—	1	—	1	1	3	1	man	
„ <i>rostratum</i>	—	—	—	—	—	—	1	2	—	ha?	
„ <i>cuspidatum</i>	—	—	2	6	9	7	8	4	—	na	
„ <i>medium</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	ma	
„ <i>affine</i>	—	—	—	4	2	1	1	3	3	me	
„ <i>stellare</i>	—	—	—	—	1	3	19	4	1	me	
„ <i>pseudopunctatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	man	
„ <i>punctatum</i>	—	—	—	1	7	7	9	—	1	nma	
„ <i>cinclidioides</i>	—	—	—	—	2	—	1	—	—	ma	
<i>Cinclidium stygium</i>	—	—	1	—	1	—	—	—	4	1	me
<i>Aulacomniaceae</i>											
<i>Aulacomnium androgynum</i>	—	—	4	4	1	3	1	—	—	a or na	
„ <i>palustre</i>	—	1	2	2	3	9	5	2	4	2	e
<i>Meeseaceae</i>											
<i>Amblyodon dealbatus</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	1	han?	
<i>Meesea longiseta</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	ma?	
„ <i>triquetra</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	ma	
„ <i>trichodes</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	1	hab	
<i>Paludella squarrosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	me
<i>Catoscopiaceae</i>											
<i>Catoscopium nigratum</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	nb
<i>Bartramiaceae</i>											
<i>Bartramia pomiformis</i>	—	—	1	—	5	2	1	—	—	—	ma
„ <i>ityphylla</i>	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	ma
<i>Plagiopus Oederi</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	bn
<i>Philonotis marchica</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	n?
„ <i>Arnellii</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	ha?
„ <i>caespitosa</i>	—	—	—	—	1	—	2	1	1	—	man

	pH intervals									pH group	
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5		7.6—8.0
<i>Philonotis Osterwaldii</i>	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	ha ?
„ <i>fontana</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	hab
„ <i>calcareo</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	8	—	b
<i>Timmiaceae</i>											
<i>Timmia megapolitana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	nb ?
„ <i>bavarica</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	5	—	nb
<i>Orthotrichaceae</i>											
<i>Zygodon viridissimus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	n ?
<i>Ulota Bruchii</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	ma
„ <i>crispa</i>	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	ma
<i>Orthotrichum rupestre</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	hab
„ <i>anomalum</i>	—	—	—	—	—	—	—	5	1	—	bn
„ <i>nudum</i>	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	n ?
„ <i>affine</i>	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	ma
„ <i>speciosum</i>	—	—	—	—	1	2	1	1	—	—	ma
„ <i>Lyellii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ha ?
„ <i>pallens</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	ma
„ <i>patens</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	ma
„ <i>pumilum</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	ma
„ <i>diaphanum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	n ?
<i>Stroemia obtusifolia</i>	—	—	—	—	—	1	2	2	—	—	ha
„ <i>gymnostoma</i>	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	ma ?
<i>Fontinalaceae</i>											
<i>Fontinalis antipyretica</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	me
„ <i>hypnoides</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	n ?
<i>Dichelyma falcatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ma
<i>Climaciaceae</i>											
<i>Climacium dendroides</i>	—	—	—	1	8	11	4	9	4	1	me
<i>Hedwigiaceae</i>											
<i>Hedwigia albicans</i>	—	—	—	—	2	1	1	—	—	—	ma
<i>Leucodontaceae</i>											
<i>Antitrichia curtipendula</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	ma, man
<i>Leucodon sciuroides</i>	—	—	—	—	2	1	4	2	3	—	me
<i>Neckeraceae</i>											
<i>Neckera pennata</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	ha
„ <i>crispa</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	han ?

	pH intervals									pH group	
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5		7.6—8.0
<i>Drepanocladus aduncus</i> . . .	—	—	2	—	—	—	—	1	1	—	e
„ <i>Sendtneri</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	nb ?
„ <i>lycopodioides</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	nb
„ <i>vernicosus</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ma
„ <i>intermedius</i> . . .	—	—	—	1	—	1	—	5	14	2	me
„ <i>badius</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	man
„ <i>fluitans</i> . . .	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	a ?
„ <i>exannulatus</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	a
„ <i>uncinatus</i> . . .	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	man
<i>Scorpidium scorpioides</i> . . .	—	—	—	—	—	1	1	5	5	1	hab
<i>Calliergon turgescens</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	b ?
„ <i>trifarium</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ma
„ <i>stramineum</i> . . .	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	a
„ <i>Richardsonii</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ha
„ <i>cordifolium</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ma
„ <i>giganteum</i> . . .	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	me
„ <i>megalophyllum</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	b ?
<i>Brachytheciaceae</i>											
<i>Homalothecium sericeum</i> . . .	—	—	—	—	—	—	1	4	11	1	nb
<i>Camptothecium trichoides</i> . . .	—	—	—	—	—	—	3	1	4	1	me
„ <i>lutescens</i> . . .	—	—	—	—	—	1	1	6	3	2	hab
<i>Acrocladium cuspidatum</i> . . .	—	—	—	—	1	5	10	5	16	6	me
<i>Hygrohypnum palustre</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	7	1	nb
<i>Brachythecium albicans</i> . . .	—	—	—	—	2	—	—	3	—	—	man
„ <i>glareosum</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	me
„ <i>salebrosum</i> . . .	—	—	—	—	1	2	5	1	—	—	nma
„ <i>Mildeanum</i> . . .	—	—	—	—	—	1	1	4	2	—	hab
„ <i>rutabulum</i> . . .	—	—	—	—	1	3	2	3	—	—	hab
„ <i>rivulare</i> . . .	—	—	—	—	1	2	2	8	7	1	hab
„ <i>curtum</i> . . .	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	a
„ <i>reflexum</i> . . .	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	ma
„ <i>velutinum</i> . . .	—	—	—	—	3	1	2	2	—	—	man
„ <i>populeum</i> . . .	—	—	—	—	—	5	1	1	2	—	hab
<i>Cirriphyllum piliferum</i> . . .	—	—	—	—	1	—	1	—	2	—	me
„ <i>Vaucheri</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	b ?
<i>Scleropodium purum</i> . . .	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	a
<i>Eurhynchium praelongum</i> . . .	—	—	—	—	—	—	2	1	2	—	hab
„ <i>Swartzii</i> . . .	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	han ?
„ <i>strigosum</i> . . .	—	—	—	—	—	2	4	5	—	—	bab
„ <i>striatum</i> . . .	—	—	—	1	2	2	—	4	—	—	nma
<i>Rhynchostegiella compacta</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	b
<i>Rhynchostegium murale</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	bn
„ <i>rusciforme</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	nb

	pH intervals									pH group	
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5		7.6—8.0
<i>Entodontaceae</i>											
<i>Platygyrium repens</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	ma
<i>Pterygynandrum filiforme</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	man
<i>Plagiotheciaceae</i>											
<i>Isopterygium pulchellum</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	ma
„ <i>depressum</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	hab
„ <i>repens</i>	—	—	4	3	4	1	—	—	—	—	a
<i>Plagiothecium Roeseanum</i>	—	—	—	—	1	2	2	—	—	—	ma
„ <i>succulentum</i>	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	a
„ <i>denticulatum</i>	—	—	—	4	—	4	1	—	—	—	ma
„ <i>laetum</i>	—	—	5	8	1	—	—	—	—	—	a
„ <i>curvifolium</i>	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	a
<i>Hypnaceae</i>											
<i>Pylaisia polyantha</i>	—	—	—	—	—	2	2	4	—	—	han
<i>Hypnum pallescens</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	ma?
„ <i>cupressiforme</i>	—	1	1	—	2	2	3	1	—	—	na
„ <i>arcuatum</i>	—	—	—	—	—	—	1	4	—	1	hab
„ <i>pratense</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	n?
<i>Heterophyllum Haldanianum</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	a
<i>Ptilium crista castrensis</i>	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	hyra
<i>Ctenidium molluscum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	nb
<i>Hylocomiaceae</i>											
<i>Pleurozium Schreberi</i>	4	9	5	4	5	1	2	—	1	—	na
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	1	1	2	7	10	3	2	6	1	—	na
„ <i>squarrosus</i>	—	1	1	—	6	7	2	1	—	—	a
<i>Hylocomium proliferum</i>	1	2	5	4	8	1	1	3	1	—	na
„ <i>umbratum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ma
<i>Buxbaumiaceae</i>											
<i>Buxbaumia aphylla</i>	1	—	1	2	—	2	—	—	—	—	a
<i>Polytrichaceae</i>											
<i>Catharinaea angustata</i>	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	me
„ <i>tenella</i>	—	—	2	6	3	2	—	—	—	—	a
„ <i>undulata</i>	—	1	3	3	22	12	8	1	—	—	a
<i>Pogonatum nanum</i>	—	—	—	1	3	—	—	—	—	—	ma
„ <i>aloides</i>	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	ma
„ <i>urnigerum</i>	—	—	—	1	4	8	3	1	—	—	ma
<i>Polytrichum gracile</i>	1	1	1	3	2	2	—	—	—	—	a
„ <i>attenuatum</i>	—	2	4	5	6	2	3	1	—	—	a
„ <i>commune</i>	1	1	2	1	—	1	—	—	—	—	a
„ <i>juniperinum</i>	—	1	3	9	5	4	—	—	—	—	a
„ <i>strictum</i>	2	8	5	5	—	2	—	—	—	—	a
„ <i>piliferum</i>	—	—	5	4	2	—	1	—	1	—	a

Discussion of the Acidity Groups

As seen from the table given above, for every species the cH concentration fluctuates in fixed limits which are characterized by the particular pH interval of the respective species. Yet, the pH interval is often characteristic not only for species, but also for the substrata of genera (fig. 2 and 4 pp. 20, 30) and even families (fig. 3 and 5, pages 27, 53). Thus the substrata of our *Fissidentaceae* are slightly acid, neutral and alkaline, and so are those of most species of *Ditrichaceae*, *Seligeraceae* and *Pottiaceae* prefer calcareous substrata of an alkaline or neutral reaction. *Encalyptaceae* and the genus *Bryum* are related to them. The same phenomenon is observed also for the *Pleurocarpous* mosses, as e. g. *Amblystegiaceae*, most species of them preferring alkaline, neutral or slightly acid substrata. In contrast to these are *Dicranaceae*, most species of them being acidophilous. *Plagiotheciaceae*, most of *Hypnaceae*, *Hylocomiaceae* and especially *Polytrichaceae* also have acid substrata. The epiphytic *Orthotrichaceae* and *Neckeraceae*, as well as granite stone mosses e. g. species of *Grimmiaceae*, usually have acid substrata.

On the basis of both the determined pH and data found in literature, musci of similar pH intervals are divided into 13 groups (see pages 7—8). In the following groups the species are given in systematic order and in the corresponding 0.5 pH unit columns is given the number of samples tested. The dotted line gives the pH for the species for which there were no samples tested, but for which the data are found in literature. For other species the data found in literature are given in the text at the respective place above. In the last column but one of alkaline pH is given the number of all samples tested, and next to it the number of samples positively reacting with HCl. In the last column is given the lime index ci (text, pages 10—12) calculated from the number of samples positively reacting with HCl ($ci = \frac{m}{m+n} - \frac{n}{m+n}$ m being the number of samples positively reacting, n -- the number of samples negatively reacting) to give some approximate valuation of the relation of individual species to the calcium carbonate of the substrata. As calciphilous are regarded mosses, whose substrata always contain lime (HCl + — +++) and ci = 0.91 to 1.0, subcalciphilous those, whose ci = 0.31 to 0.90, indifferent

— ci = + 0.30 to — 0.30, subcalciphobous — ci = — 0.31 to — 0.90 and calcifuge — ci = — 0.91 to — 1.0.

I. Hyperacidophilous Mosses (pH 3.0 — 4.5)

This small group of musci contains five species (four Acrocarpous and one Pleurocarpous). They grow on very acid organic substrata (*Dicranum spurium* also on sand rich in humus). As regards the reaction of the substrata, they are related to the acidophilous musci, which are often found together with the hyperacidophilous. Yet the latter are never found on substrata which are less acid than pH 5.0. For all five species the 49 substrata tested never contained lime carbonate (HCl —) and they are to be regarded as calciphobous (ci = — 1.0).

However, the question whether they grow on the very acid organic substrata because they have adapted themselves to the pH interval, or because they utilise the organic substances of these substrata remains unsolved.

	pH intervals								Number of samples		Lime index (ci)	
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	Total		HCl +
<i>Orthodicranum montanum</i>	1	1	16	3	—	—	—	—	—	19	0	-1.0
<i>Orthodicranum flagellare</i>	—	6	6	1	—	—	—	—	—	13	0	-1.0
<i>Dicranum Bergeri</i>	—	4	5	1	—	—	—	—	—	10	0	-1.0
„ <i>spurium</i>	1	2	—	—	—	—	—	—	—	3	0	-1.0
<i>Ptilium crista castrensis</i>	1	2	1	—	—	—	—	—	—	4	0	-1.0
Total	2	14	28	5	—	—	—	—	—	49	0	-1.0
Percentages	4.1%	28.6%	57.1%	10.2%	—	—	—	—	—	100%	—	—

II. Mesoacidophilous Mosses (pH 4.6 — 6.5)

This large group contains 69 species (53 Acrocarpous and 16 Pleurocarpous mosses) out of the 322 mosses studied or 19.7 per cent of all musci of the Baltic States. Although for every species there are on the average only three to four samples, the data of literature and the type of habitat of se-

	pH intervals								Number of samples		Lime index (ci)		
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	7.6—8.0		Total	HCl+
<i>Pleuridium alternifolium</i> . . .	—	—	—	—	2	4	—	—	—	—	6	0	-1.0
<i>Ditrichum tortile</i>	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—	4	0	-1.0
„ <i>tenuifolium</i>	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	3	0	-1.0
<i>Trematodon ambiguus</i>	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—	5	0	-1.0
<i>Anisothecium vaginale</i>	—	—	—	1	4	3	3	—	—	—	11	0	-1.0
<i>Dicranella subulata</i>	—	—	—	—	2	2	2	—	—	—	6	0	-1.0
<i>Rhabdoweisia fugax</i>	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	4	0	-1.0
<i>Cynodontium torquescens</i> . . .	—	—	—	1	2	—	1	—	—	—	4	0	-1.0
„ <i>strumiferum</i>	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	0	-1.0?
<i>Kiaeria Blyttii</i>	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2	0	-1.0?
<i>Dicranum Mühlenbeckii</i>	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	3	0	-1.0
„ <i>viride</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	0	-1.0?
„ <i>robustum</i>	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	2	0	-1.0?
<i>Paraleucobryum longifolium</i> . .	—	2	—	4	2	—	—	—	—	—	8	0	-1.0
<i>Tortula pulvinata</i>	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	3	0	-1.0?
<i>Grimmia ovalis</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0	-1.0?
„ <i>Mühlenbeckii</i>	—	—	—	2	2	1	—	—	—	—	5	0	-1.0
„ <i>patens</i>	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	3	0	-1.0
„ <i>Hartmanii</i>	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	2	0	-1.0?
<i>Rhacomitrium heterostichum</i> . .	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2	0	-1.0?
„ <i>microcarpum</i>	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	3	0	-1.0?
<i>Discelium nudum</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	0	-1.0?
<i>Tayloria tenuis</i>	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2	0	-1.0?
<i>Haplodon Wormskjoldii</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0	-1.0?
<i>Splachnum sphaericum</i>	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2	0	-1.0?
„ <i>vasculosum</i>	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	3	0	-1.0?
<i>Schistostega osmundacea</i> . . .	—	—	1	1	—	—	2	—	—	—	4	0	-1.0
<i>Pohlia elongata</i>	—	—	—	1	1	3	—	—	—	—	5	0	-1.0
„ <i>grandiflora</i>	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	3	0	-1.0
„ <i>bulbifera</i>	—	—	1	1	1	2	1	—	—	—	6	0	-1.0
„ <i>annotina</i>	—	—	—	—	2	2	1	—	—	—	5	0	-1.0
„ <i>pulchella</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0	-1.0?
<i>Bryum cyclophyllum</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	0	-1.0?
„ <i>erythrocarpum</i>	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2	0	-1.0?
<i>Rhodobryum roseum</i>	—	—	1	1	1	1	1	1	—	—	6	0	-1.0
<i>Mnium medium</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	0	-1.0?

	pH intervals								Number of samples		Lime index (ci)		
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	7.6—8.0		Total	HCl+
<i>Mnium cinclidioides</i>				—	2	—	1	—			3	0	-1.0
<i>Meesea longiseta</i>				—	—	1	—	—			1	0	-1.0?
„ <i>triquetra</i>				—	—	—	—	1	—		1	0	-1.0?
<i>Bartamia pomiformis</i>			1	—	5	2	1	—			9	0	-1.0
„ <i>ityphylla</i>				—	1	—	1	—			2	0	-1.0
<i>Ulota Bruchii</i>				1	—	—	—	—			1	0	-1.0?
„ <i>crispa</i>				2	—	—	—	—			2	0	-1.0?
<i>Orthotrichum affine</i>				—	—	2	2	—			4	0	-1.0
„ <i>speciosum</i>				—	1	2	1	1			5	0	-1.0
„ <i>pallens</i>				—	—	1	1	—			2	0	-1.0?
„ <i>patens</i>				—	—	2	—	—			2	0	-1.0?
„ <i>pumilum</i>				—	—	1	—	—			1	0	-1.0?
<i>Strocmia gymnostoma</i>				—	1	—	1	—			2	0	-1.0?
<i>Dichelyma falcatum</i>				—	—	—	—	—			—	—	—
<i>Hedwigia albicans</i>				—	2	1	1	—			4	1	-0.5
<i>Antitrichia curtipendula</i>				—	1	—	—	—			1	0	-1.0?
<i>Isothecium viviparum</i>				—	1	4	1	—			6	0	-1.0
<i>Thuidium delicatulum</i>				—	1	—	—	—			1	0	-1.0?
<i>Helodium lanatum</i>				—	—	—	1	—			1	0	-1.0?
<i>Amblystegium Juratzkanum</i>				—	1	—	—	—			1	0	-1.0?
<i>Drepanocladus vernicosus</i>				—	—	—	—	—			—	—	—
<i>Calliergon trifarium</i>				—	—	—	—	—			—	—	—
„ <i>cordifolium</i>				—	—	—	—	—			—	—	—
<i>Brachythecium reflexum</i>				—	3	1	—	—			4	0	-1.0
<i>Platygyrium repens</i>				—	1	—	—	—			1	0	-1.0?
<i>Isopterygium pulchellum</i>				—	—	1	—	—			1	0	-1.0?
<i>Plagiothecium Roeseanum</i>				—	1	2	2	—			5	0	-1.0
„ <i>denticulatum</i>				4	—	4	1	—			9	0	-1.0
<i>Hypnum pallescens</i>				1	—	—	—	—			1	0	-1.0?
<i>Hylocomium umbratum</i>				—	—	—	—	—			—	—	—
<i>Pogonatum nanum</i>				1	3	—	—	—			4	0	-1.0
„ <i>aloides</i>				1	1	—	—	—			2	0	-1.0?
„ <i>urnigerum</i>				1	4	8	3	1			17	1	-0.88
Total		8	36	74	64	32	6	—	—	—	220	2	-0.98
Percentages		3.6%	16.4%	33.6%	29.1%	14.6%	2.7%	—	—	—	100%	0.9%	—

veral species allowed them to be put into this acidity group. The particular characteristic of this group is that usually their substrata do not have pH less than 4.5 and in general they are never found on substrata with pH less than 4.0. The other limit is about pH 6.5.

Most substrata (see at the end of the table) i. e. about 95 p. c. of them are in the pH range 4.6—6.5 and as regards the acidity of substrata the acidophilous mosses are related to them. The physical structure of the substrata of mesoacidophilous mosses, their chemical composition and other growth conditions may be very different, although the pH of the substrata is the same. Several ecologically different moss groups should be distinguished here. (1) Some in this pH range prefer mineral soils, as e. g. *Pleuridium alternifolium*, *Ditrichum tortile*, *Dicranella subulata*, *Discelium nudum*, some *Pohlia* and *Pogonatum* species. (2) Others grow on Middle Devonian (Old Red) and Cambrian sandstone, as *Anisothecium vaginale*, *Rhabdoweisia fugax*, *Cynodontium torquescens*, *Schistostega osmundacea*, *Bartramia pomiformis* and others. (3) Some are found on granite boulders, as e. g. *Paraleucobryum longifolium*, *Grimmia* and *Rhacomitrium* species, *Hedwigia albicans* and *Brachythecium reflexum*. (4) Epiphytes on the bark of trees, as *Dicranum viride*, *Orthotrichum* and *Ulota* species and *Platygyrium repens*. (5) Lastly, mosses which grow on forest and bog soils rich in organic matter, as *Trematodon ambiguus*, *Dicranum Mühlenbeckii*, *D. robustum*, *Rhodobryum roseum*, *Mnium medium*, *Mn. cinctidioides*, *Meesea longiseta* and *Helodium lanatum*. According to Kotilainen (1928) some of the substrata of these bog mosses may often be rich in bases. The samples tested gave a positive reaction with HCl in two cases, i. e. the substrata of *Hedwigia albicans* and *Pogonatum urnigerum*. Therefore most of the mesoacidophilous mosses (total ci = — 0.98) should be regarded as calciphobous. The above mentioned two species must be regarded as subcalciphobous.

III. Acidophilous Mosses (pH 3.0—6.5)

In this wide pH range of the substrata grow 36 (25 Acrocarpous and 11 Pleurocarpous mosses) species or 10.2 p. c. of all mosses of the Baltic States. This group is related on the one side to the hyperacidophilous and mesoacidophilous musci, on the other side, regarding the large pH range, also to the euryionic and neutroacidophilous musci. They differ from the former in that the acid reaction of the substrata is

	pH intervals										Number of samples		Lime index
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	7.6—8.0	Total	HCl +	
<i>Andreaea petrophila</i>	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2	0	-1.0?
<i>Ceratodon conicus</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	0	-1.0
<i>Dicranella cerviculata</i>	—	9	4	5	—	2	1	—	—	—	21	0	-1.0
<i>Dicranodontium longirostre</i>	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	5	0	-1.0
<i>Dicranum fuscescens</i>	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	3	0	-1.0?
„ <i>majus</i>	—	1	1	4	—	1	—	—	—	—	7	0	-1.0
„ <i>scoparium</i>	—	9	14	11	7	2	1	—	—	—	44	0	-1.0
„ <i>Bonjeani</i>	—	—	1	5	3	2	1	—	—	—	12	0	-1.0
„ <i>undulatum</i>	1	3	5	2	1	1	—	—	—	—	13	0	-1.0
<i>Leucobryum glaucum</i>	—	—	2	2	—	1	—	—	—	—	5	0	-1.0
<i>Rhacomitrium canescens</i>	—	—	3	—	1	3	2	2	—	—	11	1	-0.87
<i>Splachnum ampullaceum</i>	—	1	—	1	1	—	2	1	—	—	6	0	-1.0
<i>Georgia pellucida</i>	1	7	9	4	4	1	—	—	—	—	26	0	-1.0
<i>Pohlia nutans</i>	2	8	10	6	1	2	1	—	—	—	30	0	-1.0
<i>Mnium hornum</i>	—	2	6	7	5	6	5	—	—	—	31	2	-0.82
(<i>Aulacomnium androgynum</i>)	—	—	4	4	1	3	1	—	—	—	13	0	-1.0
<i>Drepanocladus fluitans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>exannulatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Calliergon stramineum</i>	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	2	0	-1.0
<i>Brachythecium curtum</i>	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	3	0	-1.0
<i>Scleropodium purum</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	0	-1.0
<i>Isopterygium repens</i>	—	—	4	3	4	1	—	—	—	—	12	0	-1.0
<i>Plagiothecium succulentum</i>	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2	0	-1.0?
„ <i>laetum</i>	—	—	5	8	1	—	—	—	—	—	14	0	-1.0
„ <i>curvifolium</i>	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	3	0	-1.0
<i>Heterophyllum Haldanianum</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0	-1.0
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	—	1	1	—	6	7	2	1	—	—	18	0	-1.0
<i>Buxbaumia aphylla</i>	1	—	1	2	—	2	—	—	—	—	6	0	-1.0
<i>Catharinaea tenella</i>	—	—	2	6	3	2	—	—	—	—	13	0	-1.0
„ <i>undulata</i>	—	1	3	3	22	12	8	1	—	—	50	0	-1.0
<i>Polytrichum gracile</i>	1	1	1	3	2	2	—	—	—	—	10	0	-1.0
„ <i>attenuatum</i>	—	2	4	5	6	2	3	1	—	—	23	0	-1.0
„ <i>commune</i>	1	1	2	1	—	1	—	—	—	—	6	0	-1.0
„ <i>juniperinum</i>	—	1	3	9	5	4	—	—	—	—	22	0	-1.0
„ <i>strictum</i>	2	8	5	5	—	2	—	—	—	—	22	0	-1.0
„ <i>piliferum</i>	—	—	5	4	2	—	1	—	—	—	12	1	-0.83
Total	9	59	101	106	78	62	29	6	—	—	451	4	-0.98
Percentages	2.0%	13.1%	22.4%	23.5%	17.3%	13.8%	6.5%	1.4%	—	—	100%	0.9%	—

equally optimal in the whole pH amplitude (acidoindifferent) and the largest number of samples is in the pH range 3.6 — 6.0. They differ from the euryionic in that like the hyperacidophilous and mesoacidophilous mosses they avoid growing on neutral and alkaline substrata (basifuge). They are widely distributed on acid forest soils rich in organic matter, as *Dicranella cerviculata*, *Dicranum majus*, *D. scoparium*, *D. undulatum*, *Leucobryum glaucum*, *Georgia pellucida*, *Pohlia nutans*, *Brachythecium curtum*, *Scleropodium purum*, *Isopterygium repens*, *Plagiothecium* species, *Polytrichum attenuatum*, *P. commune* and *P. juniperinum*. In bogs grow usually: *Splachnum ampullaceum*, *Calliergon stramineum* and *Polytrichum strictum*, and in meadows: *Dicranum Bonjeani*, very commonly *Rhytidiadelphus squarrosus*, and rarely also *Polytrichum gracile*. In dune districts on sandy soil are usually found *Racomitrium canescens* and *Polytrichum piliferum*. The substrata are usually poor in bases i. e. lime, but more or less rich in organic matter. The test with HCl showed a higher CaCO_3 content only for 0.9 p. c. samples for the substrata of *Racomitrium canescens*, *Mnium hornum* and *Polytrichum piliferum*, one sample for each species respectively, but also in these cases the surface of the calcareous substrata was leached and did not contain active bases to any extent, and it was clad with a small layer of organic matter. For this reason almost all acidophilous mosses should be regarded as calciphobous ($\text{ci} = -1.0$), except the above mentioned three species, which may be regarded as subcalciphobous ($\text{ci} = -0.8$, -0.9 and -0.8 respectively).

IV. Neutroacidophilous Mosses (pH 3.0 — 7.1)

To this group belong seven common mosses (two Acrocarpous and five Pleurocarpous) which are often found in the pH range 3.6 — 7.0. They are very near to the euryionic mosses, but differ from them in that they have never been found on really alkaline substrata. They are also related to the acidophilous musci, while on acid substrata in woods the representatives of both groups are often found growing side by side. As seen from the table, most samples (about 95 p. c.) belong to the pH range 3.6 — 7.0. 4.7 p. c. of all samples give a positive reaction with HCl and the average ci of the group is $\text{ci} = -0.90$. As regards the lime content of the substrata the neutroacidophilous mosses are therefore near both to the mesoacidophilous and acidophilous mosses. Three species are subcalciphobous ($\text{ci} = -0.31$ to -0.90):

Mnium cuspidatum, *Hypnum cupressiforme* and *Rhytidiadelphus triquetrus*. The other four species i. e. *Dicranella heteromalla*, *Thuidium tamariscifolium*, *Hylocomium proliferum* and *Pl. Schreberi* are calciphobous (ci = — 0.91 to — 1.0).

The causes for the wide pH range of neutroacidophilous mosses may be the same as for the euryionic (page 77) ones: (1) the physiological adaptability of the species, (2) the ecotypic composition of the species, and (3) the particular combination of edaphic factors, which enables the development of the respective plant outside the limits of the usual ecological cH amplitude. It is to be noticed here that *Hypnum cupressiforme* is ranged into this group of mosses because its variety *lacunosus* grows on calcareous substrata. Other ecotypes of *Hypnum cupressiforme* are usually acidophilous.

	pH intervals									Number of samples		Lime index (ci)
	3.0 — 3.5	3.6 — 4.0	4.1 — 4.5	4.6 — 5.0	5.1 — 5.5	5.6 — 6.0	6.1 — 6.5	6.6 — 7.0	7.1 — 7.5	Total	HCl +	
<i>Dicranella heteromalla</i>	—	3	4	4	12	5	2	2	—	32	0	-10
<i>Mnium cuspidatum</i> ..	—	—	2	6	9	7	8	4	—	36	2	-0.88
<i>Thuidium tamariscifolium</i>	—	1	1	1	—	—	—	—	—	3	0	-1.0?
<i>Hypnum cupressiforme</i>	—	1	1	—	2	2	3	1	—	10	1	-0.80
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	1	1	2	7	10	3	2	6	1	33	3	-0.81
<i>Hylocomium proliferum</i>	1	2	5	4	8	1	1	3	1	26	1	-0.92
<i>Pleurozium Schreberi</i> ..	4	9	5	4	5	1	2	—	1	31	1	-0.93
Total	6	17	20	26	46	19	18	16	3	171	8	-0.90
Percentages	3.5%	9.9%	11.7%	15.2%	26.9%	11.1%	10.5%	9.4%	1.8%	100%	4.7%	—

V. Mesoacidoneutrophilous Mosses (pH 4.6 — 7.1)

Into this group are put 14 species (7 Acrocarpous and 7 Pleurocarpous mosses) or 4.0 p. c. of all mosses of the Baltic States. They grow on mineral substrata, as on calcareous sandy soil (*Pohlia prolifera*, *Bryum caespiticium*), granite stones (*Drepanocladus uncinatus*, *Pterygynandrum filiforme*), as well as on organic substrata in woods (*Mnium punctatum*, *Eurhynchium striatum*) and bogs (*Mnium pseudopunctatum*) or bark of trees (*Stroemia gymnostoma*). Most samples of this group (about 92 p. c.) belong to the pH range 5.1 — 7.0. As seen from the table, about half of the species, as e. g. *Pohlia prolifera*, *Mnium punctatum* and *Brachythecium sa-*

lebrosum, have numerous acid substrata, and a small number neutral. Therefore these mosses should be called neutro-mesoacidophilous.

10.6 p. c. of the samples (average ci = — 0.78) gave a positive reaction with HCl. Therefore the whole group should be regarded as subcalciphobous. To the subcalciphobous (ci = — 0.31 to — 0.90) mosses belong: *Pohlia prolifera*, *Bryum caespitium*, *Mnium undulatum*, *Philonotis caespitosa*, *Brachythecium albicans*, *Br. salebrosum* and *Br. velutinum*. Five species, as *Mnium punctatum*, *Eurhynchium striatum*, may be regarded as calciphobous. In general the mesoacidoneutrophilous mosses, as regards both the cH and lime content of the substrata, are near to the hypoacidoneutrophilous.

	pH intervals							Number of samples		Lime index (ci)	
	3.6 — 4.0	4.1 — 4.5	4.6 — 5.0	5.1 — 5.5	5.6 — 6.0	6.1 — 6.5	6.6 — 7.0	7.1 — 7.5	Total		+ HCl
<i>Pohlia prolifera</i>	—	—	2	4	6	16	2	1	31	3	-0.80
<i>Bryum caespitium</i>	—	—	—	—	2	3	4	—	9	2	-0.55
<i>Mnium undulatum</i>	—	—	1	—	1	1	3	1	7	2	-0.43
<i>pseudopunctatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>punctatum</i>	—	—	1	7	7	9	—	1	25	0	-1.0
<i>Philonotis caespitosa</i>	—	—	—	1	—	2	1	1	5	1	-0.6
<i>Stroemia gymnostoma</i>	—	—	—	1	—	1	1	—	2	0	-1.0
<i>Drepanocladus badius</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>uncinatus</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	2	0	-1.0
<i>Brachythecium albicans</i>	—	—	—	2	—	—	3	—	5	1	-0.63
<i>salebrosum</i>	—	—	—	1	2	5	1	—	9	1	-0.77
<i>velutinum</i>	—	—	—	3	1	2	2	—	8	2	-0.50
<i>Eurhynchium striatum</i>	—	—	1	2	2	—	4	—	9	0	-1.0
<i>Pterygynandrum filiforme</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0	-1.0 ?
Total	—	—	5	22	21	40	21	4	113	12	-0.78
Percentages	—	—	4.4%	19.5%	18.6%	35.4%	18.6%	3.5%	100%	10.6%	—

VI. Euryionic Mosses (pH 3.5 — 8.5)

In the Baltic States in this very wide pH amplitude there are only three species or 0.9 p. c. They seem to be entirely indifferent to the cH. As in the case of the neutroacidophilous, the adaptation to substrata of such varying cH or content of bases is possible presumably because of: (1) the combined action both of different chemical factors or substances and cH which changes the specific pH limits for the growth of the respective species, (2) the physiological adaptability of the respective species to the large cH fluctuations, and (3) the

ecotypic composition of the respective species. However, the mosses studied do not show a uniform distribution, i. e. number of samples, in the whole pH amplitude. The number of samples for *Ceratodon purpureus* has two maxima: at pH 4.6—5.5, where it is very commonly found, and at pH 6.6—7.0. *Ceratodon purpureus* is a rather polymorphous species (Malta 1930) and it may be that on neutral and alkaline substrata are growing other biotypes or ecotypes (in the sense of Turesson) than on acid soils. In the same way for *Aulacomnium palustre* a large number of samples is found both at pH 5.6—6.0 and 7.1—7.5, and a smaller number of samples at pH 6.6—7.0. Brenner (1931) records that in habitats of neutral reaction *Aulacomnium palustre* has not a high degree of covering (neutrophobous). The two varieties or ecotypes of *Drepanocladus aduncus* are also met with on substrata of varying pH, as already mentioned. Of course, these peculiarities can be cleared in further investigations. As regards the cH, the three species are near to the neutroacidophilous group. As regards the calcium carbonate content it is to be noted that 15.3 p. c. of all samples gave a positive reaction with HCl and the average ci of the group is: ci = — 0.69. According to the tested samples *Ceratodon purpureus* is subcalciphobous (ci = — 0.76), *Aulacomnium palustre* calciphobous (ci = — 1.0) and *Drepanocladus aduncus* indifferent (ci = 0?).

	pH intervals									Number of samples		Lime index (ci)
	3.6 — 4.0	4.1 — 4.5	4.6 — 5.0	5.1 — 5.5	5.6 — 6.0	6.1 — 6.5	6.6 — 7.0	7.1 — 7.5	7.6 — 8.0	Total	HCl +	
<i>Ceratodon purpureus</i>	1	3	12	11	6	9	15	7	—	64	13	-0.6
<i>Aulacomnium palustre</i>	1	2	2	3	9	5	2	4	2	30	0	-1.0
<i>Drepanocladus aduncus</i>	—	2	—	—	—	1	1	—	—	4	2	-0.0
Total	2	7	14	14	15	15	18	11	2	98	15	-0.69
Percentages	2.0%	7.2%	14.3%	14.3%	15.3%	15.3%	18.4%	11.2%	2.0%	100%	15.3%	—

VII. Hypoacidophilous Mosses (pH 5.6 — 6.8)

This group contains 28 species (21 Acrocarpous and 7 Pleurocarpous mosses) or 8.0 p. c. of all mosses. On the average the number of samples for a species amounts to three, while the average for all mosses amounts to 8.4. Therefore here are noted several species on the basis of both the data

measured and those of literature. For some species the number of samples is small because the moss is rarely found in general. For a full account of the substrata of these species there are needed more investigations. The distribution of the number of samples in the pH intervals is also characteristic, as there is seen a tendency of distribution also towards the neutral reaction. The greatest number of samples (99 p. c.) is in the whole pH amplitude. As seen from the figures of the table, the hypoacidophilous mosses are near to both neutrophilous and hypoacidoneutrophilous mosses (figure 1, page 9). Usually the representatives of hypoacidophilous mosses grow on slightly leached mineral substrata, as e. g. *Fissidens exilis*, *Anisothecium rufescens*, *Weisia viridula* and species of *Pottia*. Some others like organic substrata. On the bark of deciduous trees grow *Orthotrichum Lyellii*, *Stroemia obtusifolia*, *Neckera pennata* and *Homalia trichomanoides*.

12 p. c. (average ci of the group: ci = — 0.76) samples gave a positive reaction with HCl for six species: *Anisothe-*

	pH intervals							Number of samples		Lime index (ci)			
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5		7.6—8.0	Total	HCl +
<i>Fissidens exilis</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	0	-1.0?
„ <i>osmundoides</i>	—	—	—	—	1	4	4	—	—	—	9	0	-1.0
<i>Anisothecium rufescens</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	0	-1.0?
„ (<i>crispum</i>)	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	3	3	+ 1.0?
<i>Weisia viridula</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	0	-1.0?
<i>Trichostomum cylindricum</i>	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	3	0	-1.0
<i>Phascum acaulon</i>	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	4	2	0.0
<i>Pottia truncatula</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	0	-1.0
„ <i>intermedia</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	0	-1.0?
<i>Grimmia commutata</i>	—	—	—	—	—	2	1	2	—	—	5	1	-0.60
<i>Schistidium augustum</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	0	-1.0?
<i>Bryum Duvallii</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	0	-1.0
„ <i>inclinatum</i>	—	—	—	—	—	2	1	1	—	—	4	0	-1.0?
„ <i>lapponicum</i>	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	4	1	-0.50
<i>Mnium riparium</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	0	-1.0
„ <i>marginatum</i>	—	—	—	—	—	—	5	2	—	—	7	2	-0.43
„ <i>rostratum</i>	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	3	0	-1.0
<i>Philonotis Arnellii</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	0	-1.0?
„ <i>Osterwaldii</i>	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	3	0	-1.0
<i>Orthotrichum Lyellii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stroemia obtusifolia</i>	—	—	—	—	—	1	2	2	—	—	5	0	-1.0
<i>Neckera pennata</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	0	-1.0
<i>Homalia trichomanoides</i>	—	—	—	—	—	2	5	3	—	—	10	1	-0.80
<i>Isothecium myosuroides</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	0	-1.0
<i>Homomallium incurvatum</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	0	-1.0
<i>Campyllum hispidulum</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	0	-1.0
„ <i>protensum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Calliergon Richardsonii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	—	—	—	—	1	23	41	18	—	—	83	10	-0.76
Percentages	—	—	—	—	1.2%	27.7%	49.4%	21.7%	—	—	100%	12.0%	—

cium rufescens, *Phascum acaulon*, *Grimmia commutata*, *Bryum lapponicum*, *Mnium marginatum* and *Homalia trichomanoides*. The substrata of the other 20 species gave HCl — and for the present they may be regarded as calciphobous, although the pH show that the substrata are not poor in bases.

VIII. Hypoacidoneutrophilous Mosses (pH 5.6 — 7.1)

As regards the reaction of the substrata the hypoacidoneutrophilous mosses are near to both the hypoacidophilous and the neutrophilous mosses. This group contains 11 species (6 Acrocarpous and 5 Pleurocarpous mosses) or 3.1 p. c. As seen from the pH figures the substrata of these mosses are more or less rich in bases. About 90 p. c. of samples are recorded in the pH range 5.6 — 7.0. Most species grow on mineral substrata, as *Fissidens pusillus*, *F. bryoides*, *Grimmia pulvinata*, *Bryum cirratum*. Others, as e. g. *Amblyodon dealbatus*, *Neckera crispa*, *Pylaisia polyantha*, prefer organic substrata.

About 23 p. c. of samples gave a positive reaction with HCl. As seen from the small number of samples in the table four species are indifferent: *Grimmia pulvinata*, *Bryum cirratum*, *Amblyodon dealbatus* and *Eurhynchium Schwartzi*. The last three species are near to the subcalciphobous mosses ($ci = -0.33$). Subcalciphobous are also *Fissidens pusillus*, *F. bryoides*, *Ephemerum serratum*, *Leskea polycarpa* and *Pylaisia polyantha*.

	pH intervals					Number of samples		Lime index
	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	Total	HCl +	
<i>Fissidens pusillus</i> . . .	—	2	8	3	—	13	2	-0.69
„ <i>bryoides</i> . . .	—	2	4	3	—	9	1	-0.77
<i>Grimmia pulvinata</i> . . .	—	—	1	3	1	5	3	+0.20
<i>Ephemerum serratum</i> . . .	2	—	1	—	1	4	1	-0.5
<i>Bryum cirratum</i> . . .	—	—	3	2	1	6	2	-0.33
<i>Amblyodon dealbatus</i> . . .	—	—	1	1	1	3	1	-0.33
<i>Neckera crispa</i>	—	—	1	—	—	1	0	-1.0?
<i>Anomodon Rugelii</i> . . .	—	1	—	—	—	1	0	-1.0?
<i>Leskea polycarpa</i>	—	—	2	2	—	4	1	-0.50
<i>Eurhynchium Swartzii</i> . .	—	—	1	2	—	3	1	-0.33
<i>Pylaisia polyantha</i> . . .	—	2	2	4	—	8	1	-0.75
Total . . .	2	7	24	20	4	57	13	-0.54
Percentages	3.5%	12.3%	42.1%	35.1%	7.0%	100%	22.8%	—

IX. Neutrophilous Mosses (pH 6.5 — 7.1)

This small group of mosses contains nine species (5 Acrocarpous and 4 Pleurocarpous mosses), i. e. 2.3 p. c. of all mosses studied, which occur in this narrow pH interval. Three species out of the nine are put into this group for the data in literature only, others both for the few measured samples and data in literature are put here for the present. A closer investigation of the acidity of substrata of these mosses may render possible the ranging of these mosses in other acidity groups. The small number of samples tested with HCl does not allow of the valuation of the particularities of the lime content of their substrata. As seen from the table, four samples out of 13 or 35 p. c. gave a positive reaction with HCl. The ci of the group amounts to ci = — 0.38.

	pH intervals							Number of samples		Lime index (ci)			
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5		7.6—8.0	Total	HCl +
<i>Philonotis marchica</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	0	-1.0?
<i>Zygodon viridissimus</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	1	0.0?
<i>Orthotrichum nudum</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	3	1	-0.31
„ <i>diaphanum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fontinalis hypnoides</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0	-1.0?
<i>Thamnium alopecurum</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	3	2	+0.3?
<i>Amblystegiella subtilis</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	0	-1.0?
<i>Cratoneuron decipiens</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hypnum pratense</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total . .	—	—	—	—	—	—	—	11	2	—	13	4	-0.38
Percentages . .	—	—	—	—	—	—	—	84.6%	15.4%	—	100%	35%	—

X. Meioeuryionic Mosses (pH 5.0 — 8.5)

To this group belong 26 species (15 Acrocarpous and 11 Pleurocarpous) of widely distributed mosses or 7.4 p. c. of all mosses found in the Baltic States. They differ from the euryionic in that they do not grow on very acid substrata of pH 3.0 — 5.0 and therefore they are more common on calcareous substrata. In some cases, as e. g. *Fissidens adianthoides*, *Mnium affine*, *Climacium dendroides*, *Drepanocladus intermedius* and *Catharinaea angustata*, the pH of the substrata may be 5.0 or a little less. The limits of the alkaline reaction are as in the euryionic about pH 7.5 — 8.5, but the number

	pH intervals								Number of samples		Lime index	
	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	7.6—8.0	Total		HCl +
<i>Fissidens adianthoides</i>	—	—	2	2	1	3	2	3	1	14	1	—0.8
<i>Tortula subulata</i>	—	—	—	2	1	8	1	6	—	18	10	+0.1
„ <i>ruralis</i>	—	—	—	6	7	6	3	7	—	29	12	—0.0
<i>Schistidium apocarpum</i>	—	—	—	1	3	8	4	—	—	16	3	—0.6
<i>Funaria hygrometrica</i>	—	—	—	1	2	8	10	14	12	47	36	+0.5
<i>Leptobryum piriforme</i>	—	—	—	2	1	7	7	5	2	24	8	—0.3
<i>Pohlia cruda</i>	—	—	—	3	3	9	6	1	—	22	2	—0.8
<i>Mniobryum carneum</i>	—	—	—	3	1	—	3	2	—	9	2	—0.5
<i>Bryum capillare</i>	—	—	—	2	2	4	1	2	—	11	4	—0.2
„ <i>elegans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mnium affine</i>	—	—	4	2	1	1	3	3	—	14	2	—0.7
„ <i>stellare</i>	—	—	—	1	3	19	4	1	—	28	8	—0.4
<i>Cinclidium stygium</i>	—	1	—	1	—	—	—	4	1	7	1	—0.7
<i>Paludella squarrosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	3	2	5	5	+1.0
<i>Climacium dendroides</i>	—	—	1	8	11	4	9	4	1	38	3	—0.8
<i>Leucodon sciurioides</i>	—	—	—	2	1	4	2	3	—	12	4	—0.3
<i>Thuidium recognitum</i>	—	—	—	2	4	—	—	—	—	6	0	—1.0
„ <i>Philiberti</i>	—	—	—	2	2	4	2	1	—	11	3	—0.4
<i>Amblystegium variatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	4	+1.0
<i>Drepanocladus intermedius</i>	—	—	1	—	1	—	5	14	2	23	6	—0.4
<i>Calliergon giganteum</i>	—	—	—	—	1	—	1	1	—	3	0	—1.0
<i>Camptothecium trichoides</i>	—	—	—	—	—	3	1	4	1	9	0	—1.0
<i>Acrocladium cuspidatum</i>	—	—	—	1	5	10	5	16	6	43	10	—0.3
<i>Brachythecium glareosum</i>	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	4	+1.0
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	—	—	—	1	—	1	—	2	—	4	2	0.0
<i>Catharinaea angustata</i>	—	—	1	2	—	—	—	—	—	3	0	—1.0
Total	—	1	9	44	50	99	69	104	28	404	130	—0.0
Percentages	—	0.3%	2.3%	10.9%	12.1%	24.5%	17.1%	25.8%	7.0%	100%	32.2%	—

of samples of the meioeuryonic mosses in the pH interval 7.1 — 8.5 is larger (33 p. c.). Most samples (90 p. c.) come into the pH interval 5.1 — 7.5. Therefore the substrata of this group are more or less rich in bases, i. e. calcium carbonate, and 32.2 p. c. gave a positive reaction with HCl. Simultaneously the substrata often contain also organic matter, as those of the bog mosses (*Fissidens adianthoides*, *Mnium affine*, *Cinclidium stygium*, *Paludella squarrosa*, *Drepanocladus intermedius*, *Calliergon giganteum*, *Camptothecium trichoides*) and meadow and wood mosses: *Bryum capillare*, *Climacium dendroides*, *Leucodon sciuroides*, *Thuidium recognitum*, *Th. Philibertii*, *Acrocladium cuspidatum* and *Cirriphyllum piliferum*. Some meioeuryonic mosses grow on mineral substrata: sandy or gravelly soil (*Tortula ruralis*), granite stones and limestone (*Schistidium apocarpum*) and clayey substrata (*Mniobryum carneum*). To this group belongs also *Funaria hygrometrica*, very common on calcareous substrata and a pioneer on places where there has been fire.

In general the meioeuryonic mosses like calcareous substrata rich in bases, as 32.2 p. c. of them gave a positive reaction with HCl and the average ci of the group is: $ci = -0.32$. As calciphilous should be regarded *Amblystegium varium* and *Brachythecium glareosum*. The substrata of *Paludella squarrosa* gave in four cases a positive reaction with HCl, but fairly often it grows also on peat less rich in lime. Both *Funaria hygrometrica* and *Paludella squarrosa* should be regarded as subcalciphilous or even indifferent. Six species are indifferent, as *Tortula subulata*, *Bryum capillare* and others. 11 species are subcalciphobous ($ci = -0.31$ to -0.90), as e. g. *Fissidens adianthoides*, *Schistidium apocarpum*, *Pohlia cruda*, *Mnium stellare*. According to the figures of the table, *Calliergon giganteum* and *Camptothecium trichoides* are also subcalciphobous. As Kotilainen (1928) has proved, the substrata of the last species as well as of other grass bog mosses, as e. g. *Cinclidium stygium*, *Paludella squarrosa*, *Drepanocladus intermedius* and *Acrocladium cuspidatum*, are fairly rich in bases i. e. calcium carbonate.

XI. Basihipoacidophilous or Hypoacidobasiphilous Mosses (pH 5.6 — 8.5)

To this group belong 45 species (26 Acrocarpous and 19 Pleurocarpous) or 12.8 p. c. of all mosses of the Baltic States. These mosses prefer calcareous soils and are near to the neutrobasiphilous mosses. 58 p. c. of all mosses of this group

gave a positive reaction with HCl and its average $ci = +0.16$. Three species are calciphilous: *Anisothecium rubrum*, *Bryum warneum*, and *Neckera complanata*. The figures of the table show *Neckera complanata* as being apparently calciphilous, because there are given only figures from calcareous substrata, but it is found also on bark of deciduous trees. 15 species (10 Acrocarpous and 5 Pleurocarpous mosses) are subcalciphilous ($ci = +0.31$ to 0.90), as e. g. *Tortella tortuosa*, *T. inclinata*, *Barbula convoluta*, *Tortula muralis*, *Physcomitrium piriforme*, *Myurella julacea*, *Hypnum arcuatum* and others. 13 species (10 acrocarps and 3 pleurocarps) are indifferent ($ci = \pm 0.30$), as e. g. *Ditrichum flexicaule*, *Didymodon rubellus*, *Pottia Heimii*, *Tortula lingulata*, *Bryum ventricosum*. 13 species are subcalciphobous ($ci = -0.31$ to -0.90), as e. g. *Fissidens taxifolius*, *Mniobryum albicans*, *Anomodon longifolius*, *Amblystegium serpens*, *Brachythecium populeum*.

As seen from the degree of calciphily of different species, it is rather difficult to valuate the rôle of calcium carbonate content as regards the distribution of these mosses and also in many other cases. Contemplating both the data of acidity and calcium carbonate content of the substrata, some general parallelism with the pH (table page 91) is observed, but also deviations depending both on the texture of calcium carbonate and other properties of bases, as noted also by Braun-Blanquet and Jenny (1926) and others. For this reason the conception of calciphily or calcifugy has always been more or less vague: (1) very often there has been no definite relation between the lime content in percentages and the distribution of the species respectively (Krauss, 1911), (2) there has been also no definite relation between the biologically important cH and the lime content in percentages, (3) calciphily or calcifugy in its former sense did not have the necessarily exact physiological foundations, which are partly missing even at present. Besides, regarding the lime conditions of the habitats, very often no exact data were given, but only subjective observations in general. In this paper it was tried to avoid subjectivism and define the conception of calciphily or calcifugy more exactly with the aid of the lime index. At present the calciphily or calcifugy is explained with the suitability of the species for a particular pH interval, but for the conception «calciphily» in its narrower meaning there still remains the value of both the ions Ca and CO_3 or HCO_3 . Regarding this particular feature of calcicole plants, beside the

	pH intervals								Number of samples		Lime index (cl)		
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	7.6—8.0		Total	HCl +
<i>Fissidens taxifolius</i>	—	—	—	—	—	1	2	9	4	—	16	5	-0.37
<i>Ditrichum flexicaule</i>	—	—	—	—	—	—	4	4	1	—	9	5	+0.11
<i>Anisothecium rubrum</i>	—	—	—	—	—	1	3	8	13	1	26	26	+1.0
<i>Dichodontium pellucidum</i>	—	—	—	—	1	3	1	3	2	—	10	5	0.0
<i>Tortella tortuosa</i>	—	—	—	—	—	—	2	4	7	2	15	10	+0.55
<i>Tortella inclinata</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	6	8	16	14	+0.75
<i>Didymodon rubellus</i>	—	—	—	—	—	11	15	19	4	—	49	25	+0.02
<i>Barbula convoluta</i>	—	—	—	—	—	1	5	4	15	10	35	33	+0.88
<i>Pottia Heimii</i>	—	—	—	—	—	—	3	5	3	—	11	6	+0.09
<i>Tortula lingulata</i>	—	—	—	—	—	5	6	3	5	—	19	9	-0.05
„ <i>muralis</i>	—	—	—	—	1	2	1	2	3	—	9	7	+0.55
<i>Encalypta vulgaris</i>	—	—	—	—	—	2	1	2	1	—	6	4	+0.33
„ <i>rhabdocarpa</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	4	2	0.0 ?
„ <i>ciliata</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2	1	0.0 ?
„ <i>contorta</i>	—	—	—	—	—	2	8	18	16	3	47	32	+0.36
<i>Physcomitrium piliforme</i>	—	—	—	—	—	1	—	2	5	—	8	6	+0.50
<i>Mniobryum albicans</i>	—	—	—	—	—	1	5	4	1	1	12	3	-0.50
<i>Bryum warneum</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2	2	+1.0 ?
„ <i>pendulum</i>	—	—	—	—	—	1	5	12	6	—	24	16	+0.33
„ <i>pallens</i>	—	—	—	—	—	2	2	3	4	—	11	3	-0.45
(„ <i>ventricosum</i>)	—	—	—	—	—	2	2	6	7	4	21	10	-0.05
„ <i>bimum</i>	—	—	—	—	—	1	1	—	2	2	6	5	+0.67
„ <i>argenteum</i>	—	—	—	—	—	—	2	5	3	1	11	9	+0.64
<i>Meesea trichodes</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	2	1	0.0 ?
<i>Philonotis fontana</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	4	0	-1.0 ?
<i>Orthotrichum rupestre</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2	1	0.0 ?
<i>Neckera complanata</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	4	—	5	5	+1.0 ?
<i>Myurella julacea</i>	—	—	—	—	—	1	3	4	9	6	23	17	+0.48
<i>Anomodon viticulosus</i>	—	—	—	—	—	—	3	3	1	—	7	3	-0.14
„ <i>longifolius</i>	—	—	—	—	—	3	4	3	2	—	12	3	-0.50
„ <i>attenuatus</i>	—	—	—	—	—	3	3	2	—	—	8	2	-0.50
<i>Thuidium abietinum</i>	—	—	—	—	—	2	1	5	6	—	14	7	0.0
<i>Amblystegium serpens</i>	—	—	—	—	—	3	7	3	2	2	17	5	-0.41
<i>Campylium helodes</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	3	1	-0.73 ?
„ <i>stellatum</i>	—	—	—	—	1	—	2	7	7	5	22	3	-0.73
<i>Scorpidium scorpioides</i>	—	—	—	—	—	1	1	5	5	1	13	2	-0.69
<i>Camptothecium lutescens</i>	—	—	—	—	—	1	1	6	3	2	13	10	+0.53
<i>Brachythecium Mildeanum</i>	—	—	—	—	—	1	1	4	2	—	8	4	0.0
„ <i>rutabulum</i>	—	—	—	—	1	3	2	3	—	—	9	1	-0.87
„ <i>rivulare</i>	—	—	—	—	1	2	2	8	7	1	21	19	+0.81
„ <i>populeum</i>	—	—	—	—	—	5	1	1	2	—	9	3	-0.33
<i>Eurhynchium praelongum</i>	—	—	—	—	—	—	2	1	2	—	5	4	+0.60
„ <i>strigosum</i>	—	—	—	—	—	2	4	5	—	—	11	3	-0.45
<i>Isopterygium depressum</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	3	1	-0.33 ?
<i>Hypnum arcuatum</i>	—	—	—	—	—	—	1	4	—	1	6	5	+0.66
Total	—	—	—	—	5	67	112	183	168	51	586	338	+0.16
Percentages	—	—	—	—	0.8%	11.4%	19.1%	31.2%	28.8%	8.7%	100%	57.7%	

acidophily or basiphily of a species there is noted also its calciphily or calcifugy, as far as the data allow.

About 99 p. c. of the samples studied have the pH range 5.6—8.0, but the greatest number of them (the possible optimum) falls into the pH range 6.6—7.5, which contains 65 p. c. of all samples. According to the number of samples falling into the 0.5 pH units there should be distinguished two subgroups: most species have the greatest number of samples in the slightly acid reaction interval (basi hypo acidophilous mosses), as *Fissidens taxifolius*, *Ditrichum flexicaule*, *Dichodontium pellucidum*, *Didymodon rubellus*, *Tortula lingulata*, *T. muralis*, *Encalypta* species, *Mniobryum albicans*, *Anomodon* species and *Brachythecium populeum*. The smaller number of mosses have most of the substrata at alkaline reaction (hypo acidobasiphilous mosses), as *Anisothecium rubrum*, *Tortella tortuosa*, *T. inclinata*, *Barbula convoluta* and *Myurella julacea*. As seen from the table, to the basihypoacidophilous or hypoacidobasiphilous belong several species of Pottiaceae, species of *Encalypta*, *Bryum*, *Anomodon* and also several representatives of Amblystegiaceae.

XII. Neutrobasiphilous Mosses (pH 6.5—8.0 >)

To this large group belong 46 species (32 Acrocarpous and 14 Pleurocarpous) or 13.1 p. c. of all mosses of the Baltic States. As seen from the following table, to this group belong Seligeraceae, a great number of Pottiaceae and among them the well-represented genus *Barbula*. Here belong also several species of *Bryum* and eight species of Amblystegiaceae. The neutrobasiphilous mosses grow usually on calcareous substrata. Most of the samples (82 p. c.) have the pH range 6.6—7.5. About 10 p. c. of the samples have the pH range 6.1—6.5, but most of them have pH about 6.5. The distribution of the samples in the 0.5 pH units show two subgroups of mosses: some are more common on neutral and slightly acid than on alkaline substrata (basineutrophilous), as e. g. *Distichium capillaceum*, *Gyroweisia tenuis*, *Barbula spadicea*. The others, a larger part of the mosses, are more common on alkaline than neutral and slightly acid substrata (neutrobasiphilous), as e. g. *Gymnostomum calcareum*, *Hymenostylium curvirostre*, *Tortella fragilis*, *Campylium chrysophyllum*, species of *Hygroamblystegium* and *Hygrohypnum palustre*.

The neutrobasisphilous mosses are to be regarded as typical calcicolous mosses, because about 86 p. c. of the substrata give a positive reaction with HCl, the average ci of the group: $ci = +0.71$. In this respect they are near to the basisphilous mosses. According to the data summarized in the table, 28

	pH intervals							Number of samples		Lime index (ci)		
								Total	HCl +			
	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0				7.1—7.5	7.6—8.0
<i>Distichium capillaceum</i> . . .	—	—	—	—	—	4	18	4	—	26	15	+0.15
<i>Seligeria pusilla</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	1	4	4	+1.0
„ <i>calcarea</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	—	3	3	+1.0
„ <i>setacea</i>	—	—	—	—	—	1	—	2	—	3	3	+1.0
<i>Hymenostomum microstomum</i> . . .	—	—	—	—	—	—	1	—	2	3	3	+1.0
<i>Gymnostomum calcareum</i>	—	—	—	—	—	5	8	12	2	27	27	+1.0
<i>Gyroweisia tenuis</i>	—	—	—	—	—	3	11	7	1	22	20	+0.81
<i>Hymenostylium curvirostre</i> . . .	—	—	—	—	—	1	3	10	2	16	16	+1.0
<i>Trichostomum crispulum</i>	—	—	—	—	—	—	1	2	—	3	3	+1.0?
<i>Tortella fragilis</i>	—	—	—	—	—	—	1	7	—	8	7	+0.75
<i>Barbula cylindrica</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	+1.0?
„ <i>fallax</i>	—	—	—	—	—	3	18	20	—	41	32	+0.56
„ <i>spadicea</i>	—	—	—	—	—	6	5	4	—	15	13	+0.73
„ <i>reflexa</i>	—	—	—	—	—	—	1	2	—	3	3	+1.0?
„ <i>rigidula</i>	—	—	—	—	—	3	7	8	4	22	22	+1.0
„ <i>unguiculata</i>	—	—	—	—	—	5	4	8	—	17	14	+0.65
<i>Pottia bryoides</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	2	+1.0?
„ <i>minutula</i>	—	—	—	—	—	—	2	1	—	3	2	+0.33?
<i>Pterygoneurum pusillum</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	2	+1.0?
<i>Physcomitrella patens</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	—	3	3	+1.0
<i>Bryum Marratii</i>	—	—	—	—	—	—	1	2	—	3	3	+1.0?
„ <i>Brownii</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	+1.0?
„ <i>lacustre</i>	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	4	+1.0
„ <i>neodamense</i>	—	—	—	—	—	1	3	1	—	5	3	+0.20
„ <i>intermedium</i>	—	—	—	—	—	—	2	1	—	3	3	+1.0?
„ <i>Blindii</i>	—	—	—	—	—	—	2	3	—	5	4	+0.60
<i>Catopodium nigratum</i>	—	—	—	—	—	—	1	2	—	3	3	+1.0
<i>Plagiopus Oederi</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	2	+1.0?
<i>Timmia megapolitana</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	+1.0?
„ <i>bavarica</i>	—	—	—	—	—	—	1	5	—	6	4	+0.33
<i>Orthotrichum anomalum</i>	—	—	—	—	—	—	5	1	—	6	5	+0.67
(<i>Fontinalis antipyretica</i>)	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	?
<i>Leskeella nervosa</i>	—	—	—	—	—	—	4	—	—	4	2	0.0
<i>Amblystegium riparium</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	2	+1.0?
<i>Campylium Sommerfeltii</i>	—	—	—	—	—	—	2	1	—	3	2	+0.33?
„ <i>chrysophyllum</i>	—	—	—	—	—	—	3	6	4	13	10	+0.54
„ <i>polygamum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	+1.0?
<i>Hygroamblystegium fluviatile</i> . . .	—	—	—	—	—	—	2	6	1	9	9	+1.0
„ <i>irriguum</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	1	3	3	+1.0
<i>Drepanocladus Sendtneri</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1	+1.0?
„ <i>lycopodioides</i>	—	—	—	—	—	—	2	2	2	6	2	-0.33
<i>Homalothecium sericeum</i>	—	—	—	—	—	1	4	11	1	17	16	+0.88
<i>Hygrohypnum palustre</i>	—	—	—	—	—	—	1	7	1	9	9	+1.0
<i>Rhynchostegium murale</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	+1.0?
„ <i>rusciforme</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	1	0.0?
<i>Ctenidium molluscum</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	+1.0?
Total	—	—	—	—	—	36	123	154	23	336	288	+0.71
Percentages	—	—	—	—	—	10.7%	36.6%	45.8%	6.9%	100%	85.7%	—

species should be regarded as calciphilous ($ci = +0.91$ to $+1.0$), as species of *Seligeria*, *Gymnostomum calcareum*, *Hymenostylium curvirostre* and species of *Hygroamblystegium*. 12 species are subcalciphilous ($ci = +0.31$ to $+0.90$), as e. g. *Gyroweisia tenuis*, *Tortella fragilis*, *Barbula fallax*, *B. spadicea*, *B. unguiculata*, *Bryum Blindii*, *Orthotrichum anomalum*, *Homalothecium sericeum*. Four species are indifferent ($ci = \pm 0.30$), as e. g. *Distichium capillaceum*, *Leskeella nervosa*. *Drepanocladus lycopodioides* appears to be subcalciphobous (?).

XIII. Basiphilous Mosses (pH 7.0 — 8.5)

To this group belong 23 species or 6.5 p. c. of all mosses of the Baltic States. They grow only on substrata rich in bases, i. e. calcareous substrata. 97.4 p. c. of the samples gave a positive reaction with HCl and the average ci of the group is $ci = +0.94$. Therefore they are regarded as calciphilous mosses, except two hydrophytic mosses, *Fissidens Julianus* and *Calliergon megalophyllum*. In one case for each the substrata did not contain calcium carbonate (HCl —), although the water of the habitat was alkaline. In one case the substratum of *Distichium inclinatum* did not contain lime (HCl —), but was of neutral reaction and therefore this moss should be regarded as subcalciphilous ($ci = +0.66$). In general the particularity of the basiphilous mosses is that they like growing only on alkaline substrata but avoid acid ones (acidofuge). As seen from the table, the reaction of the substrata was pH 7.1 — 8.5 > in 90 p. c. of cases and from that may be explained their distribution on alkaline substrata, as in limestone, dolomite and calcareous soil districts. To the basiphilous group belong two rare southern hydrophytes of alkaline waters, *Fissidens Julianus* and *Cinclidotus danubicus* (Malt a and Sk u j a, 1928). In the forming of spring or meadow lime the hydrophytes of alkaline water: *Cratoneuron filicinum*, *C. commutatum* and *Philonotis calcarea* almost always take part. Here may be recorded also some other mosses geographically important in the Baltic States (Malt a 1926), as the southern *Fissidens* species, *Eucladium verticillatum* and the above-mentioned *Cinclidotus danubicus*, which in the dolomite and sandstone districts reach their northern boundary of distribution. To this group belong also *Desmatodon cernuus* and *Rhynchostegiella compacta*, characteristic mosses of the Latvian dolomite district, *Calliergon turgescens* of the Estonian Isles and *Gymnostomum rupestre*, a characteristic moss of the Silurian limestone.

	pH intervals								Number of samples		Lime index (ci)		
	3.0—3.5	3.6—4.0	4.1—4.5	4.6—5.0	5.1—5.5	5.6—6.0	6.1—6.5	6.6—7.0	7.1—7.5	7.6—8.0		Total	HCl
<i>Fissidens Arnoldi</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	2	+1.0
„ <i>crassipes</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	+1.0 ?
„ <i>cristatus</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3	14	17	17	+1.0
„ <i>Julianus</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	0.0 ?
<i>Distichium inclinatum</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	1	3	2	6	5	+0.66
<i>Seligeria Doniana</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	2	+1.0
<i>Gymnostomum rupestre</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	3	+1.0
<i>Eucladium verticillatum</i> .	—	—	—	—	—	—	—	2	10	2	14	14	+1.0
<i>Didymodon tophaceus</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	3	+1.0
<i>Desmatodon cernuus</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	6	6	+1.0
<i>Cinclidotus danubicus</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	+1.0
<i>Bryum mamillatum</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	2	+1.0
„ <i>Kunzei</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	3	+1.0
„ <i>Funckii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	3	+1.0
<i>Pseudoleskeella catenulata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Philonotis calcarea</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	8	—	9	9	+1.0
<i>Amblystegiella Sprucei</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	3	3	+1.0
<i>Cratoneuron commutatum</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	2	3	3	8	8	+1.0
„ <i>filicinum</i>	—	—	—	—	—	—	—	4	17	6	27	27	+1.0
<i>Calliergon turgescens</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	+1.0 ?
„ <i>megalophyllum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	+1.0 ?
<i>Cirriphyllum Vaucheri</i> . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhynchostegiella compacta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	+1.0
Total	—	—	—	—	—	—	—	12	65	40	117	114	+0.94
Percentages	—	—	—	—	—	—	—	10.2 %	55.6 %	34.2 %	100 %	97.4 %	

The 13 groups of mosses may be united into three classes (see page 8) as regards the pH amplitude of their substrata. To the A class belong six groups of the acid substrata containing 134 species (93 Acrocarpous and 41 Pleurocarpous) or 38.2 p. c. of all mosses. To this class belong (table page 91) five hyperacidophilous mosses, the large group of mesoacidophilous mosses containing 69 species (19.7 p. c.), the 36 widely distributed acidophilous mosses (10.2 p. c.), 14 species (4 p. c.) of mesoacidoneutrophilous, 7 neutroacidophilous and 3 euryionic mosses. The substrata of these mosses are poor in bases i. e. carbonates and the average ci of individual groups fluctuates from — 1.0 to — 0.69.

The substrata of the mosses of the B class are slightly acid, neutral or alkaline, as for the meioeuryionic mosses. To the B class belong four groups (7—10) containing 74 species (47 Acrocarpous and 27 Pleurocarpous) or 21 p. c. of all mosses of the Baltic States. Here belong: 28 species (8 p. c.) of hypoacidophilous, 11 species (3.1 p. c.) of hypoacidoneutrophilous, 9 species (2.5 p. c.) of neutrophilous and 26 (7.4 p. c.)

species of meioeuryonic mosses, the last being near to the mosses of the next class. Although the pH range is not wide, especially for the three former groups, the lime content of the substrata may vary very much. Most species, i. e. 47, are calciphobous or subcalciphobous (table page 91), but there are also seven calciphilous and seven subcalciphilous species. For B class the average ci fluctuates from — 0.76 to — 0.35, while in the individual groups the fluctuations of ci are larger in Pleurocarpous (ci = — 0.89 to — 0.23) than in Acrocarpous (ci = — 0.72 to — 0.55). The same phenomenon is observed in A and C classes, which may be explained by the seemingly better adaptation of Pleurocarpous mosses to extreme lime conditions of habitats.

The mosses of C class like alkaline and neutral substrata. Here belong the groups 11 — 13 of mosses, containing 114 species (73 Acrocarpous and 41 Pleurocarpous) or 32.3 p. c. of all mosses of the Baltic States. These are: 45 species (12.8 p. c.) hypoacidobasiphilous, 46 species (13.0 p. c.) neutrobasiphilous and 23 species (6.5 p. c.) basiphilous mosses. More than half of them (49 species) are calciphilous and subcalciphilous mosses. In this class there are no calciphobous mosses. The average ci of the three groups fluctuates from + 0.16 to + 0.94. Also here the fluctuation of ci is larger for Pleurocarpous than for Acrocarpous mosses.

In general, the number of species in A class is the largest. A great number of mosses of this class have the largest frequency of occurrence, because the climate of the Baltic States being humid, the area of acid substrata is considerably larger (Vitiņš 1927) than that of neutral and alkaline. About three-fourths of all mosses of this class are also calciphobous. As regards the number of species, next to A class is C class, mosses of which show a pronounced neutrophily and basiphily and therefore are in contrast to the former. The frequency of occurrence of the mosses of C class is of another nature: they are distributed mostly in the districts of limestone, dolomite and limestone moraine. Two-thirds of the mosses of this class are calciphilous and subcalciphilous. The mosses of B class are in transitional conditions between A and C.

All three classes comprise 322 species or 91.5 p. c. of all mosses of the Baltic States and for all of them are given pH data or an ecological characteristic.

	Species of Musci		Acrocarpae Pleurocarpae				C a l c i p h i l y					
			Percentages		Number		Number of species			Lime index (cl)		Total
	Number*)	Percentages	Number	Percentages	Number	Percentages	Calciphilous	Subcalciphilous	Indifferent	Subcalciphobous	Calciphobous	
1. Hyperacidophilous (hyra) pH 3.0—4.5 .	5 (5)	1.4	4	1.7	1	0.8	—	—	—	—	5	1.0
2. Mesoacidophilous (ma) pH 4.6—6.5 .	69 (64)	19.7	53	22.8	16	13.5	—	—	—	2	62	0.97
3. Acidophilous (a) pH (3.0) 3.5—6.5 .	36 (34)	10.2	25	10.7	11	9.2	—	—	—	3	31	0.98
4. Neutroacidophilous (na) pH 3.5—7.1 .	7 (7)	2.0	2	0.9	5	4.2	—	—	—	3	4	0.93
5. Mesoacidoneutrophilous (man) pH 4.6—7.1 .	14 (12)	4.0	7	3.0	7	5.9	—	—	—	7	5	0.80
6. Euryionic (e) pH 3.5—8.5	3 (3)	0.9	2	0.9	1	0.8	—	—	1(?)	1	1	0.83
Sub-total	134 (125)	38.2	93	40.0	41	34.4	—	—	1(?)	16	108	—
7. Hypoacidophilous (ha) pH 5.6—6.8 .	28 (26)	8.0	21	9.0	7	5.9	1	1	1	3	20	0.72
8. Hypoacidoneutrophilous (han) pH 5.6—7.1 .	11 (11)	3.1	6	2.6	5	4.2	—	—	4	5	2	0.50
9. Neutrophilous (n) pH 6.5—7.1	9 (6)	2.5	5	2.1	4	3.4	—	1	1	1	3	0.50
10. Meioeuryionic (me) pH 5.0—8.5	26 (23)	7.4	15	6.4	11	9.2	2	2	6	11	2	0.55
Sub-total	74 (66)	21.0	47	20.1	27	22.7	3	4	12	20	27	—
11. Hypoacidobasiphilous (hab) pH 5.6—8.5 .	45 (45)	12.8	26	11.2	19	16.0	3	15	13	13	1(?)	0.27
12. Neutrobasiphilous (nb) pH 6.5—8.5 .	46 (45)	13.0	32	13.7	14	11.8	28	12	4	1	—	0.77
13. Basiphilous (b) pH 7.0—8.5	23 (21)	6.5	15	6.4	8	6.7	18	1	2	—	—	0.94
Sub-total	114 (111)	32.3	73	31.3	41	34.5	49	28	19	14	1(?)	—
Unknown	30	8.5	20	8.6	10	8.4	—	—	—	—	—	—
Total	352 (302)	100.0	233	100.0	119	100.0	52	32	32	50	136	0.29
												0.33
												0.30

*) In brackets the number of species tested.

Musci of Class A
Musci of Class B
Musci of Class C

Bibliography

Allorge, M. P. Variations du pH dans quelques tourbières à Sphaignes du centre et de l'ouest de la France. *Compt. rend. des séances de l'Acad. des Sci. Paris* 181, 1925.

Amann, J. Contribution à l'étude de l'edaphisme physicochimique. *Bull. de la Soc. Vaud. des Sci. Nat.* Vol. 52. 1919.

Amann, J. Les Muscinées et la réaction du Substrat. *Revue Bryologique*. 1924.

Amann, J. Bryogéographie de la Suisse. Zürich, 1928.

Apinis, Arv. and Diogucs, A. M. Data on the Ecology of Bryophytes I. Acidity of the Substrata of Hepaticae. *Acta Horti Bot. Univ. Latv.* VIII, 1933.

Arrhenius, O. Kalkfrage und Bodenreaktion. Leipzig, 1926.

Bamberg, K. Kaļķošanas un augsnes uzlabošanas materiāli, Lauku darbs un zinātne. Rīgā, 1929.

Barth, H. Eichenstandort und Bodeneigenschaften. *Forstwiss. Zentralblatt*, 1928.

Booberg, G. Gisselämyren. Akademisk avhandling. Uppsala, 1930.

Brandt, A. Ueber die Vegetation des Naturparks von Hiisjärvi. *Silva Fennica* 32, 1933.

Braun-Blanquet, J. und Jenny, H. Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. *Denkschr. Schweiz. Nat. Ges.* 63, 1926.

Brenner, W. Beiträge zur Edaphischen Ökologie der Vegetation Finnlands I. Kalkbegünstigte Moore, Wiesen und Wiesenwälder. *Acta Botanica Fennica* 7. Helsingforsiae, 1930.

Brenner, W. Fortsetzung zum Vorigen. II. Wiesen. *Ibidem* 9. Helsingforsiae, 1931.

Brenner, W. Über das Verhalten einiger nordischen Pflanzen zur Bodenreaktion. *Svensk Botan. Tidskrift*, Bd. 25. Uppsala, 1931.

Brotherus, V. F. Die Laubmoose Fennoskandias. Helsinki 1923.

Budde, H. Algenuntersuchungen in westfälischen Mooren insbes. algensociologischer Art. *Abh. a. d. Westfälischen Provinzial-Museum f. Naturkunde*. 5 Jahrg. H. 1, 1934.

Cedercreutz, C. Die Algenflora und Algenvegetation auf Åland. *Acta Botanica Fennica* 15, 1934.

Chodat, F. La concentration en ions Hydrogène du Sol et son importance pour la constitution des Formations végétales. *Thèse Univ. Genève*, 1924.

Christophersen, E. Soil reaction and plant distribution in the Sylene National Park, Norway. *Transact. Connecticut. Acad.* 27, 1925.

Clark, M. The determination of Hydrogen ions. Baltimore, 1923.

Dixon, H. N. The Student's Handbook of British Mosses, London, 1896.

Dojarenko, E. Die Bodenreaktion in den Wäldern, Mooren u. Wiesen. *Научно-агрономический журнал* № 9, 1926.

Eklund, O. Die PH-Werte einiger Pflanzen-Rhizosphären. *Memoranda Soc. pro Fauna et Flora Fennica* 6, 1929/1930.

Eklund, O. Beiträge zur Bryologie Südwest-Finnlands. *Memoranda Soc. pro Fauna et Flora Fennica* 8, 1931/1932.

Frank, E. Bodenazidität im Walde. *Diss.* 1925.

Gams, Helmut u. Ruoff, Selma. Geschichte, Aufbau und Pflanzendecke des Zehlaubruches. Schriften der Phys.-ökon. Gesellschaft zu Königsberg i. Preussen. Bd. LXVI, H. 1, 1929.

Gams, H. Bryo-Cenology (Moss-Societies). Manual of Bryology Chapter XII. Hague 1932.

Gauger, W. und Ziegenspeck, H. Untersuchungen über ein klimatisch bedingtes jahresperiodisches Schwanken der Bodenreaktion im lebendem Hochmoor. Botan. Archiv, Bd. 20. Leipzig, 1930.

Gessner, Fr. Die Biologie der Mooreseen, untersucht an den Moortalsperren des Isergebirges. Arch. f. Hydrobiol. 20, 1929.

Grebe, C. Studien zur Biologie und Geographie der Laubmoose. Hedwigia, 59, 1918.

Hartmann, J. K. Untersuchungen zur Acidität märkischer Kiefern- und Buchenstandorte unter Berücksichtigung typischer Standortgewächse als Weiser. Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen, Heft 6, 1925.

Herzog, Th. Geographie der Moose. Jena 1926.

Kappen, H. Die Bodenazidität. Berlin, 1929.

Kessler, B. Beiträge zur Ökologie der Laubmoose. Beihefte zum bot. Centralblatt XXX, 1914.

Kiršteins, K. un Eiche, V. Baltā skābarža (*Carpinus Betulus* L.) dabiskā izplatība un oikoloģija Latvijā. (Das natürliche Vorkommen und die Ökologie der Hainbuche in Lettland). Latvijas Universitātes raksti. Lauks. fak. serija II, 13. Rīgā, 1934.

Kivinen, E. Sphagnum - lajien reaktiosta (Über die Reaktion der Sphagnum Arten, Referat). Maataloustieteellinen Aikakauskirja, Helsinki, 1932.

Kivinen, E. Über die Reaktionsverhältnisse in den Sphagnum fuscum-Bülten. Soil Research, Bd. III, Nr. 4, 1933.

Koppe, F. Eine Moosgesellschaft des feuchten Sandes. Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. L, H. 10, 1932.

Kotilainen, Mauno, J. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Wiss. Veröffentl. des Finn. Moorkulturvereins Nr. 7, 1928.

Kotilainen, Mauno, J. Zur Frage der pH-Amplitude einiger Moorpflanzen (Kritische Bemerkungen). Wiss. Veröffentl. des Finn. Moorkulturvereins Nr. 13—17. Helsinki, 1933.

Kraus, G. Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena, 1911.

Krūmiņš, K. Reakcijas noteikšanas metodes un Latvijas augsnu reakcija. Lauku darbs un zinātne. Rīgā, 1929.

Krūmiņš, K. Zur Vereinfachung der elektrometrischen pH-Bestimmung mit der Chinhydronelektrode. Vienkāršota elektrometriska pH noteikšana ar chinhidronēlektrodu. Latvijas Univers. Raksti. Lauksaimn. fak. serija, II sējums. Rīgā, 1933.

Kupffer, K. R. Die Naturschonstätte Moritzholm. Eine geobotanische Studie. Arbeiten des Naturforscher-Vereins zu Riga. Neue Folge, H. XIX, 1931.

Malta, N. Beiträge zur Moosflora des Gouvernements Pleskau. Riga, 1919.

Malta, N. Oekologische und floristische Studien über Granitblockmoose in Lettland. Acta Univ. Latv. I, 1921.

Malta, N. and Strautmanis, J. Uebersicht der Moosflora des Ostbaltischen Gebietes I. Acta Horti Bot. Univ. Latviensis I, 1926.

Malta, N. Die Kryptogamenflora der Sandsteinfelsen in Lettland. Acta Horti Bot. Univ. Latv., Vol. I, Nr. 1, 1926.

Malta, N. Übersicht der Moosflora des Ostbaltischen Gebietes II. Laubmoose. Acta Horti Bot. Univ. Latv., Vol. V, Nr. 1/3, 1930.

Malta, N. und Skuja, H. Cinclidotus danubicus auctene Daugavā. Acta Horti Botanici Univ. Latv. Vol. 3, 1926.

Mattick, F. Bodenreaktion und Flechtenverbreitung. Beih. zum Bot. Centralbl. Bd. XLIX. 1932.

Mevius, W. Die Bestimmung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes. Handbuch der Bodenkunde. Bd. 8, 1931.

Michaelis, L. Die Wasserstoffionenkonzentration, Berlin, 1922.

Mikutowitz, Joh. Schedae zur Bryotheca baltica (1908—1913), Riga.

Moenkemeyer, Wilh. Die Laubmoose Europas. 1927.

Montgomery, Ch. E. Ecology of the mosses of Grand de Tour region of Illinois, with special reference to pH relations. Botanical Gazette XCI. 1931.

Müller, K. Ueber das Vorkommen von Kalkpflanzen im Urge-
steingebiet des Schwarzwaldes. Mitteilungen des Badischen Landve-
reins für Naturkunde und Naturschutz in Freiburg im Breisgau. Bd. 3,
H. 10/11 1935.

Nomals, P. Waters from Lakes of Peat Lands in Eastern Part
of Latvia. Acta Univ. Latviensis, p. 409—507. 1929/31.

Odén, Sven. Die Huminsäuren. Dresden u. Leipzig, 1922.

Olsen, Carsten. Studies on the Hydrogen Ion Concentration of
the Soil and its Significance to the Vegetation, Especially to the Natu-
ral Distribution of Plants. Comptes-rendu des travaux du Laboratoire
Carlsberg, Vol. 15, No. 1. 1923.

Oswald. Die Vegetation des Hochmoores Komosse. Uppsala,
1923.

Ozoliņa, E. Ueber die höhere Vegetation des Usma-Sees. Acta
Horti Bot. Univers. Latviensis. Vol. VI. 1931.

Pesola, Vilho A. Kalsiumkarbonaatti kasvimaantieteellisenä
tekijänä Suomessa. (Calcium Carbonate as a Factor in the Distribu-
tion of Plants in Finland). Ann. Soc. Zoolog.-Bot. Fennicae Vanamo.
Tom. 9. Helsinki, 1929.

Redinger, K. Beitrag zur Moosflora der Umgebung des Balaton
(Platten-) Sees. Arbeiten des Ungarischen biologischen Forschungsinsti-
tutes Vol. V, p. 85.—105. 1932.

Rheinwald, H. Untersuchungen über die Reaktion würtember-
gischer Waldböden. Forstwiss. Zentralbl. LXXII, Nr. 6. 1928.

Richard, P. W. Ecology. Manual of Bryology, Chapter XIII. Ha-
gue, 1932.

Rühl, A. Untersuchungen über die Humusazidität einiger Süd-
Estländischer Wälder. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft
Bd. XXXV, 3—4. Tartu, 1928.

Trümpener, E. Über die Bedeutung der Wasserstoffionenkon-
zentration für die Verbreitung von Flechten. Beih. zu Botan. Zentralbl.
Bd. XLII, 1. 1926.

Vitiņš, J. Latvijas smiltis un smilts zemes. (Die Sande u. die Sand-
böden in Lettland. Zusammenfassung.) Zemk. min. Mežu dep. izdev. Rīgā,
1924.

Vītiņš, J. Zemes mācība. Rīgā, 1927.

Vītiņš, J. A Brief Survey of Soil Investigations in Latvia. Riga, 1927.

Vītiņš, J. Latvijas augsnu ģeografija (Geographie der Böden Lettlands). Ģeografiski raksti I. Rīgā, 1929.

Warén, H. Untersuchungen über die botanische Entwicklung der Moore mit Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung des Torfes. Wiss. Veröffentl. des Finnischen Moorkulturvereins No. 5, 1924.

Watson, M. The Bryophytes and Lichens of Calcareous Soil. The Journal of Ecology, Vol. VI, p. 189—198. 1918.

Wehrle, E. Studien über Wasserstoffionenkonzentrationsverhältnisse und Besiedelung an Algenstandorten in der Umgebung von Freiburg im Breisgau. Zeitschr. f. Botanik. 1927., Bd. 19.

Zastrow, E. Experimentelle Studien über die Anpassung von Wasser- und Sumpfmossen. Pflanzenforschung, H. 17. Jena, 1934.

Zollitsch, L. Zur Frage der Bodenstetigkeit alpiner Pflanzen mit besondrer Berücksichtigung des Aziditäts und Konkurrenzfaktors. Flora. Neue Folge Bd. 22, H. 1 u. 2. Jena, 1927.

Materiāli sūnu oikoloģijai II.

Lapu sūnu substrātu aciditāte.

Arv. Apinis un L. Lācis.

Novērojumi par atsevišķu sugu augšanu uz zināma sastāva substrātiem, kā granītakmeņiem, kaļķakmeņa, noteiktiem augsnu tipiem vai citiem substrātiem, t. i., noteiktos edafiskos apstākļos, ir neapšaubāmi, lai arī bieži šo parādību cēloņi nav zināmi. Sugu īpatnējais substrātu sastāvs liek sagaidīt, ka sugu izplatība būs atkarīga ne tikai no atsevišķo organisko vai neorganisko savienojumu satura, bet arī no cH, resp. no attiecīgas aktīvo bažu un skābju vai skāba rakstura substanču līdzsvara substrātos. Tā Kessler's (1914.) atrada vispārējas reakcijas īpatnības dažu lapu sūnu augtenēs, kā arī zināmu atkarību no reakcijas šo sugu sporu dīgšanā. Ka tiešām pastāv īpatnēja reakcija atsevišķu lapu sūnu sugu augtenēs, to noteikti konstatēja Mann's (1919.—1928.) lielākam lapu sūnu skaitam Šveicē. Šai laikā arī fitosocioloģiskā literatūrā parādījās daudzi, vairāk vai mazāk eksakti dati un pēdējā laikā pat speciāli Montgomery (1931.) un Zastrow's (1935.) pētījumi. Neskatoties uz to, samērā nelielam sugu skaitam kļuva zināmi pilnīgi izsmelši dati par to cH apstākļiem augtenēs. Tāpēc, lai iegūtu iespējami plašāku materiālu par lapu sūnu augteņu apstākļiem, pirms pieci gadiem, ar L. Ū. sist. botanikas institūta vadītāja prof. N. Maltas piekrišanu, tika uzsākta attiecīgā faktu materiāla vākšana, kas turpinājusies līdz pēdējam laikam.

Saņemot kopā izkaisītos datus literatūrā un pašu atrastos, izrādās, ka atsevišķām sugām augtenēs valda īpatnēji cH apstākļi: tās atrodamas augam dabā tikai noteiktā pH intervallā. Pēdējais ikkatrai sugai raksturots ar minimālu un maksimālu cH kā robežām, pie kurām attiecīgā suga dabā parasti gan ir vājākā segšanas pakāpē, mazāku vītālītāti un vispārī jau retāki sastopama, bet šajās robežās atrodas sugas reālā eksistence un attīstības optimums. Izejot no šīm īpatnējām cH svārstībām resp. pH amplitūdas augtenēs, ir iespējams dot atsevišķām sugām zināmu oikoloģisku raksturojumu, kas te izpaužās kā apskatīto 322 lapu sūnu (vai 91,5% no visām Igaunijā, Latvijā un Lietuvā atrastām) sugu iedalījums (sk. arī angļu tekstu) 13 grupās.

- I. **Hiperacidofilām** lapu sūnām ir visskābākie substrāti: pH 3.0 — 4.5. Te pieder piecas mežu un purvu sūnas, kā, piem., *Dicranum Bergeri* un *Ptilium crista castrensis*.
- II. **Mezoacidofilās** (pH 4.6 — 6.5) lapu sūnas mēdz augt uz mazāk skābiem dažāda tipa substrātiem. Grupā ir ieskaitītas 69 sugas vai 19,7% no visām Latvijā un Igaunijā atrastām lapu sūnām. Tās aug uz minerālaugsnes, kā *Pleurozium alternifolium*, *Ditrichum tortile*, dažas *Pohlia* un *Pogonatum* sugas, vai smilšakmeņa, kā, piemēram, *Rhabdoweisia fugax*, *Cynodontium torquescens* un *Schistostega osmundacea*. Citas mezoacidofilās lapu sūnas aug tikai uz granītakmeņiem, kā *Paraleucobryum longifolium*, *Grimmia* un *Rhacomitrium* sugas, vai atkal kā epifiti — *Orthotrichum* un *Ulota* sugas. Šai grupā vēl pieminamas dažas purvu un mežu sūnas, kā *Dicranum robustum*, *Rhodobryum roseum*, *Helodium lanatum* un *Calliergon trifarium*.
- III. **Acidofilo** lapu sūnu substrātos pH svārstās robežās no (3.0) 3.5 — 6.5. Grupai pieder 36 sugas vai 10,2% lapu sūnu, kas plaši izplatītas uz skābām mežu augsnēm, kā *Dicranum majus*, *D. scoparium*, *D. undulatum*, *Leucobryum glaucum*, *Scleropodium purum*, *Polytrichum attenuatum*, *P. commune*, vai purvos, kā, piemēram, *Splachnum ampullaceum*, *Calliergon stramineum* un *Polytrichum strictum*. Kāpu rajonos uz smiltīm sastop bieži augam *Rhacomitrium canescens* un *Polytrichum piliferum*. Šīs grupas pārstāvji pret dažādi skābu reakciju augtēnēs izturas vienaldzīgi (acidoindiferenti), bet līdzīgi hiperacidofilām un mezoacidofilām sūnām, noteikti izvairās augt uz alkaliskiem substrātiem (bazifobi).
- IV. **Neutroacidofilās** lapu sūnas atrastas augam pH intervālā (3.0) 3.5 — 7.1. Te pieder *Dicranella heteromalla*, *Mnium cuspidatum*, *Thuidium tamariscifolium*, *Hypnum cupressiforme*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium proliferum* un *Pleurozium Schreberi*. Oikoloģiski tās radnieciskas acidofilām sūnām, jo ir acidoindiferentas, bet, līdzīgi eurionām lapu sūnām, nav strikti bazifobas. Latvijā šīs 7 neutroacidofilās lapu sūnas, tāpat kā vairums sugu trijās iepriekšējās grupās, plaši izplatītas, pateicoties lielai skābo substrātu pārpilnībai.
- V. **Mezoacidoneutrofilo** vai **neutromezoacidofilo** lapu sūnu substrātu aciditāte ir pH 4.6 — 7.1. Šīs grupas 14

- (4%) lapu sūnas sastaptas augam uz minerālaugsņēm (*Pohlia prolifera*, *Bryum caespiticiun*), granitakmeņiem (*Drepanocladus uncinatus*), tā arī mežu (*Mnium punctatum*, *Eurhynchium striatum*) un purvu (*Mnium pseudopunctatum*) augsņēm.
- VI. Eurionās lapu sūnas atrastas augam ļoti plašā pH intervallā (3.0 — 8.5), kā *Ceratodon purpureus*, *Aulacomnium palustre* un *Drepanocladus aduncus*.
- VII. 28 (vai 8,0%) **hipoacidofilās** lapu sūnu sugas atrastas augam pH intervallā 5.6 — 6.8, kā, piemēram, *Fissidens osmundoides*, *Mnium marginatum* un *Homalia trichomanoides*.
- VIII. Tuvas hipoacidofilām 11 sugas (vai 3,1%) **hipoacidoneutrofilās** lapu sūnas ar reakcijas svārstībām substrātos: pH 5.6 — 7.1. Te pieder minerālsustrātu sūnas, kā *Fissidens pusillus*, *F. bryoides*, *Grimmia pulvinata* un arī epifiti kā, piemēram, *Neckera crispa*, *Pylaisia polyantha*.
- IX. 9 (2,3%) **neutrofilās** lapu sūnas atrastas augam ļoti šaurās cH svārstību robežās (pH 6.5 — 7.1), kā *Zygodon viridissimus*, *Thamnum alopecurum* u. c.
- X. Meieurionās (26 sugas vai 7,4%) aug uz bazēm bagātāka organiska vai minerālsustrāta pH intervallā 5.0 — 8.5, kā *Fissidens adianthoides*, *Mnium affine*, *Paludella squarrosa*, *Drepanocladus intermedius*, *Camptothecium trichoides*, *Acrocladium cuspidatum*, kā arī *Tortula ruralis*, *Schistidium apocarpum*, *Funaria hygrometrica* u. c.
- XI. Bazihipoacidofilām vai hipoacidobazifilām pieder 45 sugas (12,8%). Tās aug reakcijas intervallā pH 5.6 — 8.0. Biežāk sastaptas uz vāji skāba substrāta, kā alkaliska bazihipoacidofilās *Fissidens taxifolius*, *Ditrichum flexicaule*, *Didymodon rubellus*, *Tortula muralis*, *Encalypta* un *Anomodon* sugas. Parastāk uz alkaliska substrāta hipoacidobazifilās: *Anisothecium rubrum*, *Tortella tortuosa*, *T. inclinata*, *Barbula convoluta*, *Myurella julacea* un citas.
- XII. Neutrobazifilai vai bazineutrofilai grupai pieder lapu sūnas, kas aug pH intervallā 6.5 — 8.5. Šīs grupas sūnām, līdzīgi kā hipoacidobazifilām un bazifilām, substrāti ir vairāk vai mazāk bagāti ar kalcija karbonātu (t. s. kalcifilās sūnas). Grupai pieder 46 sugas vai 13,1%, kā, piemēram, bazineutrofilās *Distichium capillaceum*, *Gyroweisia tenuis* un neutrobazifilās

Gymnostomum calcareum, *Hymenostylium curvirostre*, *Tortella fragilis*, *Campylium chrysophyllum*, *Hygroamblystegium* sugas u. c.

XIII. Bazifilās lapu sūnas aug tikai uz alkaliskiem kaļķa substrātiem (*acidofobas*). Šai grupā ieskaitītas 23 sugas vai 6,5% no visām Baltijas valstīs atrastām lapu sūnām. Līdzīgi hipoacidobazifilām un neutrobazifilām lapu sūnām, to izplatība saistās ar silūra kaļķakmeņa, devona dolomīta vai kaļķa morēnu rajoniem. Te pieminami divi dienvidnieciski alkalisko ūdeņu hidrofiti: *Fissidens Julianus* un *Cinclidotus danubicus*, Latvijas dolomītu rajonam ir raksturīgas: *Desmatodon cernuus* un *Rhynchostegiella compacta*, Igaunijas silūra kaļķakmenim īpatnēja ir *Gymnostomum rupestre* un salās izplatītā *Calliergon turgescens*.

Ne tikai ikkatrai sugai piemīt īpatnība augt dabā noteiktā pH intervallā, bet arī atsevišķām ģintīm un pat dzimtām mūsu florā ir tendence attīstīties uz noteiktas aciditātes substrātiem. Tā *Dicranaceae* dzimtā (sevišķi *Dicranum* ģinti), kā arī *Polytrichaceae* dzimtā, gandrīz visas sugas skaitāmas par acidofītiem. Turpretim krasā pretstatā iepriekšējām ir *Pottiaceae* un *Seligeraceae* dzimtas, kas reprezentē neutrobazifilās un bazifilās sugas.

Kā jau minēts, substrātu dažādaish ir atkarīgs no aktīvo bažu un skāba rakstura substanču līdzsvara. Mūsu apstākļos alkalisko un neutrālo substrātu reakcija mēdz būt vienmēr saistīta ar lielāku kalcija karbonāta saturu. Šis kaļķa substrātu sūnas, it sevišķi agrāk, bet arī vēl tagad, mēdz dēvēt par kalcifilām. Citas, kas izvairās augt uz kaļķa substrātiem — par kalcifobām. Lai gan tagad sugu kalcifiliju un kalcifobiju izskaidro vai vienīgi ar to bioloģisko piemērotību noteiktam pH intervallam, tomēr dažas kalcija karbonāta fizioloģiskās īpašības (Ca , CO_3 un HCO_3 ionu ietekme) paliek šai dabā izplatītai substancei kā oikoloģiski nozīmīgas. Tāpēc paralēli pH noteikšanām substrātos, tie tika izmēģināti arī ar 7% HCl, lai kaut tuvināti novērtētu atsevišķo sugu attiecības pret substrāta kaļķa saturu. Lai atsavinātos no parastās nenoteiktības, sūnu kalcifilija mēģināta noteiktāk dēfinēt ar kaļķa indeksu (ci), kur $\text{ci} =$

$$= \frac{m}{m+n} - \frac{n}{m+n};$$

m ir ar HCl reagējošo paraugu skaits, bet n nereagējošo skaits. Pieturoties Pesolas terminoloģijai, pieņemts, ka 5 dažādas kalcifilijas pakāpes ir pietiekošas atse-

višķo sugu raksturošanai, norobežojot tās ar ci skaitliskām vērtībām. Par kalcifilām lapu sūnām skaitītas tās, kuŗu kaļķa indekss ci $= +0,91$ līdz $+1,0$, kā, piemēram, *Gymnostomum calcareum*, *Eucladium verticillatum* un *Cratoneuron* sugas. Šīm sūnām pieskaitītas 52 sugas, visvairāk no bazifilo un neutrobazifilo sūnu grupām. Par subkalcifilām atzītas tās sugas, kuŗu kaļķa indekss svārstās robežās: ci $= +0,31$ līdz $0,90$, kā, piem., *Tortella fragilis*, *Barbula fallax* un *B. unguiculata*. 32 indiferentām lapu sūnām kaļķa indekss svārstās robežās: ci $= \pm 0,30$, kā, piemēram, *Distichium capillaceum*, *Tortula lingulata* un *Bryum ventricosum*. 50 subkalcifobām sūnām, kā, piemēram, *Fissidens pusillus* un *Ceratodon purpureus* ci svārstās no $-0,31$ līdz $-0,90$. Lielai kalcifobo lapu sūnu grupai pieder 136 sugas, kā, piem., *Orthodicranum montanum*, *O. flagellare*, *Dicranum Bergeri*, *D. undulatum* ar kaļķa indeksa svārstībām (parasti ci $= -1,0$) robežās: ci $= -0,91$ līdz $-1,0$. Vairums kalcifobo sūnu ir hiperacidofilas, mezoacidofilas un acidofilas, kas plaši izplatītas Latvijas teritorijā uz skābiem substrātiem.

Beigās atrodam par jo patīkamu pienākumu arī te pateikties L. Ū. sistematiskās botanikas institūta direktoram prof. N. Maltam par atbalstu darbā, kā arī L. Freijas jaunkundzei par latviešu teksta tulkojumu angļu valodā.

Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung und Formenkreise der Dicotyledonen Lettlands.

I.

Salicaceae — Papaveraceae (incl.).

K. St a r c s.

Das Vorliegende ist als Fortsetzung des früher erschienenen Beitrages über die Gymnospermen und Monocotyledonen anzusehen und enthält den ersten Teil der Dicotyledonen.

Auch dieses Mal sind verschiedene Arten der erwähnten Pflanzengattungen von Prof. Dr. G. Samuelsson (Stockholm), sowie: *Populus* — Prof. Dr. E. Gombocz (Budapest), *Rumex* — z. T. W. H. Wachter (Rotterdam), z. T. Dr. C. H. Reehinger jun. (Wien), *Polygonum* — W. H. Wachter (Rotterdam), *Chenopodiaceae* — Dr. A. Ludwig (Siegen i. W.), *Amarantaceae* — W. H. Wachter (Rotterdam), *Stellaria* — Prof. Dr. Sv. Murbeck (Lund), *Cerastium* — K. Ronniger (Wien), *Aconitum* — Dr. J. Gayer (Szombathely), *Pulsatilla* — Dozent A. Zāmelis (Riga) und Dr. J. Wagner (Budapest) bestimmt oder nachgeprüft worden. Ich empfinde es als meine angenehmste Pflicht den erwähnten Herren hiermit meinen herzlichsten Dank für ihre Mühe und freundliche Förderung unserer Floraforschung auszusprechen.

Die übrigen Gattungen und Arten, sowie die ergänzenden Sammlungen der letzten Jahre haben z. T. die erwähnten Herren, z. T. ich selbst bestimmt.

Die mit einem * bezeichneten Arten, Formen, und s. w., insgesamt ca. 284, sind, soweit mir bekannt, neu für Lettland. Mit † sind Arten und Formen der Kulturpflanzen bezeichnet. Die aus dem Auslande eingeschleppten Arten sind mit «eingeschleppt» bezeichnet oder besonders besprochen. Die Belegstücke befinden sich in meinem Herbar. Wo nichts anderes vermerkt ist, sind die Pflanzen von mir selbst gesammelt.

Zuletzt halte ich für meine angenehme Pflicht auch meinen Kollegen, die ihre Sammlungen mir seinerzeit überlassen haben, herzlich zu danken.

Die Fortsetzungen werden in systematischer Anordnung der Pflanzenfamilien folgen.

Salicaceae.

Populus L.

† *P. alba* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten, lg. A. Ķirulis), Salaspils, Skrīveri, Jaunlīve (mit A. Ķirulis), Inčukalns (lg. P. Pētersons), Rembate (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Cēsis-Lauciņi (lg. J. Šķipsna), Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja; Prov. Latgale, Kr. Ludza: Malnava (mit. J. Penīks).

P. tremula L.

var. *typica* Koehne. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi ♂, Rīga, Solitūde ♀; Kr. Valmiera: Naukšeni, fol. (lg. P. Pētersons); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 3. Fundorten, fol. et ♂ lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (v. 2. Fundorten, ♀ ♂ lg. A. Delvigs), Līdere (v. 3. Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene.

f. *pubescens* A. Br. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Mangāli, fol. (lg. P. Pētersons); Kr. Cēsis: Raiskums (v. 5. Bäumen).

† f. *pendula* Loud. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, cult.; Kr. Madona: Gulbene, cult. ♀ ♂ fol. (lg. A. Delvigs).

* f. *multidentata* Gomb. (verg.) Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte.

† *P. trichocarpa* Hook. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Inčukalns, cult. (lg. P. Pētersons).

† *P. laurifolia* Ledeb. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Inčukalns, cult. (lg. P. Pētersons); Kr. Madona: Lautere, cult.

† *P. Simonii* Carr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Inčukalns (lg. P. Pētersons).

† *P. suaveolens* Fisch. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Jaunlīve (mit A. Ķirulis), Inčukalns (lg. P. Pētersons); Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Gulbene (mit A. Ķirulis), Lautere; Prov. Zemgale, Kr. Tukums: Irlava (lg. J. Smarods).

† *P. tristis* Fisch.

var. *elongata* Koch. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Jaunlīve (lg. A. Ķirulis), Inčukalns (lg. Grasmanis), Ogre (lg. A. Ķirulis).

† *P. candicans* Ait. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Jaunlīve (mit A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Rauna; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

† *P. nigra* L.

var. *italica* Dur. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Salaspils, Inčukalns (lg. P. Pētersons).

† *P. balsamifera* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Salaspils; Kr. Valka: Lugaži (lg. A. Ķirulis).

† *P. monilifera* Ait. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2. Fundorten), Skrīveši (mit A. Ķirulis), Inčukalns (lg. P. Pētersons); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

† *P. deltoides* Marsh. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Salaspils, Inčukalns (lg. P. Pētersons).

† *P. alba* × *tremula* Aschers. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Salaspils (sub nom. *P. alba* L. var. *globosa* Spaeth); Kr. Madona: Gulbene (v. 2. Fundorten, lg. z. T. A. Delvigs); Prov. Vidzeme, Kr. Liepāja: Liepāja; Kr. Aizpute: Cīrava (lg. P. Pētersons).

† *P. angulata* Ait. × *nigra* L. var. *plantierensis* Schneid. (*P. robusta* Schneid.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Inčukalns (lg. P. Pētersons).

† *P. deltoides* Marsh. × *monilifera* Ait. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Inčukalns (lg. P. Pētersons); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

† *P. deltoides* Marsh. × *nigra* L. var. *italica* Dur. (*P. eugenei* S.-L.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Inčukalns (lg. P. Pētersons).

† *P. laurifolia* Ledeb. × *nigra* L. var. *italica* Dur. (*P. berolinensis* Dippel). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Inčukalns (lg. P. Pētersons), Salaspils; Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs).

† *P. laurifolia* Ledeb. × *tristis* Fisch. (*P. Wobstii* Schroed.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Agenskalns (lg. A. Ķirulis).

† *P. nigra* L. × *suaveolens* Fisch. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekule (lg. J. Šķipsna).

Salix L.

Das über die Gattung *Salix* gesammelte Material, im ganzen etwa 2000 Bogen, befindet sich in Bearbeitung und wird in Form eines besonderen Beitrages veröffentlicht werden.

Myricaceae.

Myrica L.

M. gale L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Katlakalns ♀ ♂, Sloka, bei Jaunkemeri und Kapieris-See; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Pērkone, Nica, Liepāja (um Tosmares-See, lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

† *M. cerifera* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, cult.

Juglandaceae.

Pterocarya Kunth.

† *P. fraxinifolia* Spach. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Vērmanĉdārzs, cult.

† *P. rhoifolia* Sieb. et Zucc. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Skrīveri, cult.

Juglans L.

† *J. cinerea* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, cult., Daugmale, die Anlagen in Jaunlīve, cult.; Kr. Cēsis: Cēsis, cult.; Kr. Valmiera: Matīši, cult. (mit *J. Zirņits*); Kr. Madona: Gulbene, cult. (lg. A. Delvig, ipse mit A. Ķirulis); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja, cult.

† *J. mandshurica* Maxim. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

† *J. regia* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Skrīveri, cult.

Carya Nutt.

† *C. ovata* K. Koch. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Skrīveri, Arboretum, cult.

† *C. laciniosa* Loud. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Skrīveri, cult.

Betulaceae.

Das über die Betulaceen gesammelte Material, im Ganzen etwa 4000 Bogen, befindet sich in der Bearbeitung und wird in Form besonderer Beiträge veröffentlicht werden.

Fagaceae.

Fagus L.

† *F. silvatica* L.

† var. *typica* Schneid. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3. Fundorten in Anpflanzungen), Līgatne (lg. Zeire), Sigulda (lg. J. Smarods); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs, ipse mit A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Rauna, Raiskums; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. z. T. J. Šķipsna).

† f. *pendula* Lodd. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Madona: Gulbene (mit A. Ķirulis); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende.

* † f. *dentata* Dalla Torre et Sarnth. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Stopiņi; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende; Kr. Liepāja: Kaleti.

† f. *laciniata* Vignet. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

† *f. asplenifolia* Sweet. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Rauna; Kr. Madona: Gulbene, verg. (mit A. Ķirulis).

* † *f. asplenifolia* Sweet. — *laciniata* Vignet. Eine zwischenform, bei der die Blätter beider Formen anzutreffen sind, zugleich auch einige normale Blätter der *f. dentata* Dalla Torre et Sarnth. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene, cult. (mit A. Ķirulis).

† *f. atropunicea* West. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Skrīveri, Stopiņi; Kr. Madona: Gulbene (mit A. Ķirulis); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Kaleti.

* † *f. cuneifolia* Beck. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

† *F. grandifolia* Ehrh.

* † var. *pubescens* Fern. et Rehd. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Skrīveri, Arboretum.

Castanea Mill.

† *C. sativa* Mill. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi. Verträgt nicht unsere Kälte und friert vergelmässig aus.

Quercus L.

† *Q. rubra* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi; Kr. Madona: Gulbene (mit A. Ķirulis); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Kaleti.

† *Q. palustris* Muenchh. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, Skrīveri (mit A. Ķirulis), Daugmale, Anlagen in Jaunlīve (lg. z. T. J. Sermonis, z. T. ipse mit A. Ķirulis); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. z. T. J. Šķipsna).

† *Q. cerris* L.

* † var. *haliphloeos* Lam. et DC. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Kaleti.

† *Q. macranthera* Fisch. et Mey. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

† *Q. conferta* Kit. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

† *Q. sessilis* Ehrh.

† var. *sublobata* Schneid.

† *f. mespilifolia* Wallr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Stopiņi; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna), Vandzene, Anlagen in Okte (lg. J. Šķipsna).

† subf. *aureo-variegata* Schneid. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

Q. robur L.

* var. *typica* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3. Fundorten, cult.), Stopiņi, cult.; Kr. Cēsis: Priekuļi (lg.

J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. A. Delvig), Līdere, Vestiena (v. 2 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Dignāja (lg. O. Konde); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

* f. *acutifolia* (Bechst.) Aschers. et Graebn. Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Dignāja (lg. O. Konde); Prov. Kurzeme, Kr. Ventspils: Usma, Insel Moricsala in Usma-See (lg. O. Konde).

* f. *latiloba* Lasch. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Viesiena.

† f. *concordia* Petz. et Kirchn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

† f. *argenteo-marginata* Schneid. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

† f. *cucullata* Petz. et Kirchn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

† var. *fastigiata* Spach. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi; Kr. Madona: Gulbene (mit A. Ķirulis), Mārciena.

* † var. *cuneifolia* Beck.

† f. *laciniata* Schneid. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

† f. *pectinata* Schneid. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi; Kr. Madona: Mārciena.

† f. *aureo-variegata* Schneid. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

† Q. *mongolica* Fisch. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Skrīveri, cult.

U l m a c e a e.

U l m u s L.

U. laevis Pall. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese (v. 3 Fundorten), Skrīveri, cult. (lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Mārciena, cult., Gulbene, cult. (lg. A. Delvigs); Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Kalēti, cult.; Prov. Latgale, Kr. Ludza: Mērdzene (mit I. Penīks).

U. glabra Huds.

* var. *typica* (Schneid.).

* subvar. *genuina* (Aschers. et Graebn.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, cult., Koknese, Lielvārde; Kr. Cēsis: Priekuli (v. 5 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Kārļi (mit E. Ozols u. J. Zirņits); Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Vestiena (v. 3 Fundorten), Gulbene, cult. (lg. A. Delvigs), Kārzdaba, Viesiena; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Kandava (lg. Dr. V. Mühlenbachs); Kr. Liepāja: Liepāja, cult. (lg. Dr. A. Lud-

wig, 1917), Kalēti, cult.; Prov. Latgale, Kr. Jaunlatgale: Balvi, cult.

† var. *pendula* Rehd. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. z. T. A. Delvigs, z. T. ipse mit A. Ķirulis), Mārciena; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Kalēti (v. 2 Fundorten).

U. procera Salisb. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

† *U. foliacea* Gilib.

† var. *suberosa* Schneid. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, Daugmale, in Anlagen d. Gutes Jaunlīve (lg. z. T. J. Sermonis, z. T. ipse mit A. Ķirulis); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten).

† var. *variegata* Rehd. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

M o r a c e a e.

M o r u s L.

† *M. alba* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi.

† *M. nigra* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

H u m u l u s L.

H. lupulus L. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene ♀ ♂ (lg. A. Delvigs), Liezere, cult. ♀ (v. 2 Fundorten, lg. z. T. Ķirulis, † O. Maulwurfs), Līdere ♀ ♂ (v. 2 Fundorten); Kr. Cēsis: Priekuļi ♀ ♂ (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna).

C a n n a b i s L.

† *C. sativa* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte ♀ (v. 3 Fundorten, lg. z. T. † A. Dauvarts); Kr. Cēsis: Priekuļi ♂ (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere ♀ ♂ (v. 2 Fundorten), Liezere ♀ ♂ (v. 2 Fundorten, lg. z. T. T. Ķirulis, z. T. † O. Maulwurfs).

U r t i c a c e a e.

U r t i c a L.

U. dioica L.

* var. *vulgaris* Wedd.

* subvar. *typica* Pospich. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere, Vestiena (v. 2 Fundorten, lg. † E. Starcs), Liezere (v. 2 Fundorten, lg. z. T. T. Ķirulis, z. T. † O. Maulwurfs).

* subvar. *angustifolia* Ledeb. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

U. urens L.

* *f. typica* Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. † J. Mikutowicz), Babīte; Kr. Cēsis: Priekule (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Lubeja, Vestiena (v. 2 Fundorten), Līdere (v. 2 Fundorten), Liezere (lg. † O. Maulwurfs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

L o r a n t h a c e a e.

V i s c u m L.

V. album L. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nīca (auf *Malus domestica*), Rucava (v. 2 Fundorten, auf *Malus domestica*, *Tilia cordata*).

A r i s t o l o c h i a c e a e.

A s a r u m L.

A. europaeum L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sigulda, Koknese, Stopiņi; Kr. Cēsis: Priekule (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Vestiena, Līdere (v. 2 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Tukums: Irlava (lg. † J. Mikutowicz); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

* *var. microphyllum* Aschers. et Graebn. Prov. Zemgale, Kr. Tukums: Irlava (lg. † J. Mikutowicz).

P o l y g o n a c e a e.

R u m e x L.

* *R. salicifolius* Weinm. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, eingeschleppt.

* subspec. *triangulivalvis* Danser.

* *var. trigranis* Danser. Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene, am Bahnhof Zemgale, eingeschleppt.

R. hydrolapathum Huds. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Carnikava (v. 2 Fundorten, mit J. Smarods), Sala, Insel des Flusses Lielupe bei Priedaine (v. 5 Fundorten, mit A. Kīrulis u. J. Smarods); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nīca; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Kr. Ilūkste: Dēmene (v. 3 Fundorten).

R. aquaticus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde, Ķemeri, Mālpils (v. 3 Fundorten); Kr. Cēsis: Priekule (v. 4 Fundorten, lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Laudona (v. 2 Fundorten), Prauliena (v. 2 Fundorten), Vestiena (v. 11 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Kandava (v. 3 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene (v. 2 Fundorten).

R. confertus Willd. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (von mehreren Fundorten, stellenweise sehr reichlich), Līgatne, Ogre (v. 2 Fundorten), Lielvārde, Salaspils, Dreilīpi, Rumbula, Līgatne, Daugmale (v. 2 Fundorten, mit A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Ieriķi (lg. J. Šķipsna), Araiži (v. 2 Fundorten), Cēsis, Priekuļi; Kr. Valmiera: Valmiera; Kr. Madona: Mārciena (v. 17 Fundorten), Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. A. Delvīgs), Bērzaune (v. 2 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Jelgava; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende. Zum ersten Mal von Prof. K u p f f e r bei Rīga 1921. angetroffen. Es scheint, dass die Art aus Mittellussland während des Weltkrieges mit Militärtransporten eingeschleppt worden ist, und die Tendenz aufweist sich weiter zu verbreiten und Bastarde mit hiesigen Arten zu bilden.

R. domesticus Hartm. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre, Lielvārde (v. 2 Fundorten), Ikšķile, Daugmale (mit A. Ķirulis), Salaspils; Kr. Cēsis: Ieriķi (v. 4 Fundorten), Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena, Līdere, Gulbene (lg. A. Delvīgs), Liezere (lg. T. Cīrulis), Mārciena (v. 3 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

R. fennicus Murb. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Ķemeņi, Lielvārde, Salaspils; Kr. Madona: Mārciena (v. 2 Fundorten); Prov. Latgale, Kr. Ludza: Kārsava (lg. J. Ziemelis).

* var. *unigranīs* Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna).

R. crispus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Lielvārde (v. 9 Fundorten), Daugmale (mit A. Ķirulis), Carnikava (mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Cēsis, Ieriķi (v. 2 Fundorten), Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena (v. 8 Fundorten), Liezere (v. 3 Fundorten, lg. z. T. T. Cīrulis, z. T. † O. Maulvurfs), Līdere, Madona, Laudona, Mārciena (v. 4 Fundorten).

* var. *unicallosus* Peterm. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde (v. 2 Fundorten); Kr. Madona: Vestiena.

R. obtusifolius L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ķemeņi (v. 2 Fundorten), Koknese; Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna), Ērgļi; Kr. Valka: Alūksne (lg. A. Delvīgs); Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten), Vestiena, Mārciena, Laudona.

* var. *agrestis* Fr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ķemeņi; Kr. Cēsis: Cēsis (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena (v. 11 Fundorten), Līdere, Gulbene (lg. A. Delvīgs).

var. *silvestris* (Wallr.) Fr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Daugmale (mit A. Ķirulis), Lielvārde, Carnikava (mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2 Fundorten, lg. J. Šķipsna),

Cēsis (lg. z. T. J. Šķipsna, O. Konde); Kr. Madona: Vestiena (v. 13 Fundorten), Līdere, Ļaudona, Jaungulbene (lg. J. Šķipsna); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Kandava.

* *R. stenophyllus* Ledeb. (*R. odontocarpus* Sand.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, eingeschleppt.

R. maritimus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Smarods), Sloka (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* var. *humilis* Peterm. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* var. *ramosus* Zapal. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. J. Smarods).

R. paluster Sm. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, eingeschleppt.

R. acetosa L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese, Līgatne, Ogre, Lielvārde, Daugmale (mit A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Priekuli (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena (v. 2 Fundorten), Liezere (v. 2 Fundorten), Mārciena, Viesiena, Līdere (v. 2 Fundorten), Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. A. Delvigs); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 2 Fundorten, lg. P. Morits); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* var. *ovalifolius* (Wimm. et Grab.) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten).

* var. *subglabra* Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuli (v. 2 Fundorten); Kr. Madona: Liezere (lg. † O. Maulvurfs).

R. thyrsiflorus Fingerh. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde (v. 4 Fundorten), Carnikava (v. 2 Fundorten, mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Priekuli; Kr. Madona: Vestiena, Mārciena; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Kandava.

R. acetosella L.

var. *vulgaris* Koch. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Cēsis: Priekuli (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Galgauska (lg. A. Delvigs), Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere, Vestiena (v. 2 Fundorten), Liezere (lg. † O. Maulvurfs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja, Pērkone.

* subvar. *lanceolatus* (Wallr.) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuli (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Madona, Līdere (v. 2 Fundorten).

* subvar. *latifolius* (Wallr.) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* subvar. *integrifolius* (Wallr.) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* f. *bidens* Beck. Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

* *f. minimus* Wallr. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* subvar. *gymnocarpus* Čelak. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten, lg. z. T. † J. Mikutowicz); Kr. Madona: Vestiena.

* subvar. *angiocarpus* Čelak. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Madona.

R. aquaticus × *hydrolapathum* Huds. (*R. maximus* Schreb.). Prov. Latgale, Kr. Ludza: Kārsava (lg. J. Ziemelis).

R. aquaticus × *crispus* Hauskn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ķemeri; Kr. Madona: Mārciena.

* *R. aquaticus* × *obtusifolius* Aresch. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena (v. 5 Fundorten), Mārciena (v. 2 Fundorten).

* *R. confertus* × *crispus* Błocki. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Mārciena (v. 2 Fundorten).

* *R. confertus* × *obtusifolius* Rehm. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre; Kr. Madona: Mārciena (reichlich), Bērzaune.

* *R. crispus* × *obtusifolius* Hauskn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde (v. 2 Fundorten); Kr. Madona: Vestiena (v. mehreren Fundorten), Mārciena (reichlich).

* *R. domesticus* Hartm. × *fennicus* Murb. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Mārciena (v. 4 Fundorten), Vestiena.

R. domesticus Hartm. × *obtusifolius* L. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena (v. 10 Fundorten), Mārciena (reichlich).

R h e u m L.

† *R. palmatum* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Daugmale (mit A. Ķirulis).

† *R. rhaponticum* L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekule (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere, Vestiena.

P o l y g o n u m L.

P. bistorta L.

* subspec. *latifolium* Hayne.

* var. *puberulum* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte (lg. † A. Dauvarts), Stopiņi, Koknese; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Jelgava; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 3 Fundorten, lg. z. T. ipse, P. Morits u. J. Šķipsna); Kr. Kuldīga: Lielrenda (lg. O. Konde); Kr. Liepāja: Bārta.

P. amphibium L.

var. *aquaticum* Leyss. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekule (lg. J. Šķipsna).

* f. *roseiflorum* Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Carnikava (mit J. Smarods); Kr. Madona: Lubeja; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems (v. 2 Fundorten).

* f. *macrostylum* Dans. (zu f. *roseiflorum*). Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis.

* var. *decumbens* Klett. et Richt. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka; Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna).

* f. *roseiflorum* Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs).

var. *terrestre* Leyss. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* f. *reseiflorum* Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte.

* f. *brachystylum* Dans. (zu f. *reseiflorum*). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte.

* subvar. *glandulosum* (Schoench.) Aschers. et Graebn.

* f. *roseiflorum* Dans. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Pērkone.

* subvar. *bugense* Zapaļ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sala, Insel des Flusses Lielupe bei Priedaine (mit A. Ķirulis u. J. Smarods).

P. tomentosum Schrank. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte, Carnikava (v. 2 Fundorten, mit J. Smarods), Rīga, Ķemeri, Kr. Cēsis: Cēsis (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Priekuļi (v. 7 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 8 Fundorten), Liezere (v. 2 Fundorten, lg. † O. Maulvurfs), Vestiena (v. 4 Fundorten), Gulbene (v. 2 Fundorten, mit A. Ķirulis); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 2 Fundorten, lg. J. Šķipsna); Kr. Liepāja: Kalēti (v. 2 Fundorten).

* f. *rubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* subsp. *lonchophyllum* Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis (v. 2 Fundorten), Priekuļi (v. 4 Fundorten); Kr. Madona: Līdere, Vestiena.

* var. *vulgatum* de Bruyn.

* f. *impunctaticaule* Dans.

* f. *album* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Madona: Liezere.

P. nodosum Pers.

* subspec. *lanceifolium* Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere.

* var. *hirtulum* de Bruyn.

* var. *lunulatum* Dans.

* f. *punctaticaule* Dans.

* f. *album* Braun. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* var. *glabrum* Dans.

* f. *punctaticaule* Dans.

* f. *album* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte (v. 2 Fundorten, lg. z. T. † A. Dauvarts); Kr. Madona: Liezere (lg. † O. Maulvurfs).

* var. *lunulatum* Dans. (zu var. *glabrum*).

* f. *impuncticaule* Dans.

* f. *album* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Babīte (v. 2 Fundorten, lg. z. T. † A. Dauvarts), Carnikava (v. 2 Fundorten, mit J. Smarods); Kr. Madona: Līdere; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* f. *rubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte (lg. † J. Mikutowicz, 1892).

* var. *lineolatum* Dans. (zu var. *glabrum*).

* f. *impuncticaule* Dans.

* f. *album* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis.

* f. *rubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* f. *puncticaule* Dans.

* f. *rubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. J. Šķipsna).

P. linicola (Sutul.) Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis (v. 5 Fundorten).

P. persicaria L.

* var. *biforme* Fr.

* f. *glabripes* Dans.

* f. *impuncticaule* Dans.

* f. *rubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Sigulda; Kr. Cēsis: Cēsis (v. 2 Fundorten, lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena (v. 4 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

* f. *setosa* (de Bruyn.) Dans. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

P. minus Huds.

* var. *commune* Braun.

* f. *rubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten), Lautere (v. 2 Fundorten), Vestiena, Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. z. T. A. Delvigs, z. T. ipse mit A. Ķirulis); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

* f. *albidum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2 Fundorten).

* † *P. undulatum* Murr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

* † *P. divaricatum* L. Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Zasa.
P. hydropiper L.

* var. *vulgare* Meisn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Madona: Līdere.

* f. *viridirubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Carnikava (mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Cēsis (v. 2 Fundorten), Priekuļi (v. 4 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere, Liezere (lg. † O. Maulvurfs); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Priekule, Nica.

* f. *viridialbum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi.

* subvar. *latifolium* Schur. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Carnikava (v. 2 Fundorten, mit J. Smarods), Ķemeri; Kr. Cēsis: Cēsis.

* f. *viridirubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi.

* f. *viridialbum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene (mit A. Kirulis).

* f. *remotum* Zapal. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ķemeri.

* subvar. *ramosissimum* Zapal.

* f. *viridirubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Cēsis: Cēsis, Priekuļi.

* subvar. *simplex* Zapal.

* f. *viridirubellum* Braun. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* *P. mite* Schrank.

* var. *simplex* Beck. Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, am Ufer des Flusses Lielupe bei Kaiguciems, 1920.

P. aviculare L.

* subspec. *heterophyllum* Lindm.

var. *monspeliense* Aschers. (verg.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* var. *erectum* Hayne. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere (v. 3 Fundorten), Liezere (v. 2 Fundorten, lg. † O. Maulvurfs), Gulbene (lg. A. Delvigs), Vestiena: Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende; Kr. Liepāja: Liepāja.

* subvar. *diversifolium* Schur. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Cēsis: Cēsis; Kr. Madona: Liezere (lg. † O. Maulvurfs); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja (v. 2 Fundorten).

* subvar. *patens* Peterm. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* var. *procumbens* Hayne. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3 Fundorten); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2 Fundorten); Kr. Madona: Līdere (v. 5 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

* subvar. *vulgare* Kittel. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten); Kr. Cēsis: Cēsis, Priekuli (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Līdere (lg. K. Kauļiņš); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten).

* f. *petiolatum* Kuntze. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese; Kr. Madona: Liezere (lg. † O. Maulvurfs); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* subvar. *virgatum* Peterm.

* f. *purpureum* Opiz. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 4 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten).

* f. *aphyllum* Hayne. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Cēsis: Priekuli; Kr. Madona: Līdere (v. 3 Fundorten).

* var. *condensatum* Becker. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten).

* subvar. *caespitosum* Lindm. Prov. Kr. Rīga: Rīga.

* subvar. *glomeratum* Waish. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

var. *neglectum* Rchb. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 6 Fundorten); Kr. Cēsis: Priekuli; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

f. *aphyllum* Hayne. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Zemitāni.

* f. *acutifolium* Schur. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 5 Fundorten); Kr. Cēsis: Kārli (mit E. Ozols u. J. Zirņits); Kr. Madona: Līdere (v. 7 Fundorten), Liezere (lg. † O. Maulvurfs); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten); Prov. Latgale, Kr. Ludza: Mērdzene (mit I. Peniks).

* subspec. *aequale* Lindm. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 10 Fundorten), Līgatne; Kr. Cēsis: Priekuli; Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten).

P. dumetorum L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuli (v. 2 Fundorten, lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Madona, Sarkane.

P. convolvulus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Babīte (v. 2 Fundorten, lg. z. T. † A. Dauvarts); Kr. Cēsis: Priekuli (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere, Vestiena (v. 2 Fundorten), Jaungulbene (lg. A. Delviģis), Liezere (v. 2 Fundorten, lg. z. T. T. Cīrulis, † O. Maulvurfs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja, Kalēti.

* var. *pusillum* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuli.

* var. *sublaeve* Zapag. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuli (lg. J. Šķipsna).

† *P. cuspidatum* Sieb. et Zucc. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Ogre; Kr. Valmiera: Bauņi (lg. J. Zirņits); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delviģis); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nica.

† *P. sachalinense* Schmidt. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka; Kr. Madona: Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. A, Delvigs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Džūkste; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Kalēti; Prov. Latgale, Kr. Ludza: Malnava (mit I. Peniks).

* *P. nodosum* × *tomentosum* (Aschers. et Graebn.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

Fagopyrum Moench

† *F. sagittatum* Gilib. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte; Kr. Cēsis: Cēsis (lg. J. Šķipsna), Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten), Līzere (lg. † O. Maulvurfs).

F. tataricum Gaertn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. J. Šķipsna), Babīte; Kr. Cēsis: Cēsis (lg. J. Šķipsna), Priekuļi (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena (lg. † E. Starcs); Prov. Zemgale, Fr. Ilūkste: Dēmene, am Bhf. Zemgale; Kr. Jēkabpils: Sunākste.

Chenopodiaceae.

Beta L.

† *B. vulgaris* L.

† var. *esculenta* Gürke.

† f. *alba* DC. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Ērgļi; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems

† f. *rosea* Moq. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Ērgļi.

† f. *rubra* L. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten).

† f. *altissima* Röss. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Ērgļi.

† var. *cicla* L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna).

Chenopodium L.

C. polyspermum L.

var. *acutifolium* Becker. Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

var. *cymosum* Chev. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Rembate (mit A. Ķirulis); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Vecsvirlauka (lg. J. Smarods).

C. hybridum L.

* f. *typicum* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Daugmale (mit A. Ķirulis).

* *C. leptophyllum* Nutt. Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene, am Bhnhf. Zemgale, eine kleine Kolonie, eingeschleppt.

C. album L.

* subspec. *eualbum* Ludw. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Babīte (lg. † A. Dauvarts); Kr. Cēsis: Priekuļi.

* var. *Linneanum* (Beck.).

* var. *praeacutum* (Beck.).

f. *spicatum* (Koch). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 24 Fundorten), Sloka, Ligatne (v. 2 Fundorten), Ķemeri, Carnikava (mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 4 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere, Vestiena (v. 9 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Ilukste: Dēmene, am Bhnf. Zemgale (v. 21 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten, lg. z. T. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *glomerulosum* (Rchb.) Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 8 Fundorten), Carnikava (v. 2 Fundorten, mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena (v. 16 Fundorten, lg. z. T. † E. Starcs), Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Gulbene (lg. A. Delvigs); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

f. *viride* (L.) Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 10 Fundorten), Ligatne, Ķemeri, Carnikava (mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Cēsis, Priekuļi (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 3 Fundorten), Vestiena (v. 6 Fundorten), Liezere (lg. † O. Maulvurfs); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *candicans* (Lam.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Madona: Līdere (v. 3 Fundorten), Vestiena; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Vandzene (lg. J. Šķipsna); Kr. Liepāja: Liepāja, Dunika.

* f. *precatorium* (Dum.). Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi; Kr. Madona: Liezere (lg. † O. Maulvurfs).

* f. *subhastulatum* (Murr.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

f. *lanceolatum* (Mühl.). Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena (v. 3 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *oblongum* (Neilr.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* f. *ovalifolium* Ludw. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten); Kr. Madona: Vestiena.

* f. *paucidens* (Murr.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Lielvārde; Kr. Cēsis: Cēsis; Kr. Madona: Vestiena (v. 4 Fundorten).

* f. *zschackeiforme* (Murr.). Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena.

* f. *grandifrons* Ludw. Prov. Zemgale, Kr. Ilukste: Dēmene, am Bhnf. Zemgale.

* f. *humifusum* Ludw. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *gracilicaule* (Gandog.). Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis.

* f. *ruderales* (Kit.). Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene, am Bhnfh. Zemgale.

* f. *purpurascens* Ludw. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* subspec. *concatenatum* (Thuill.).

* var. *riparium* (Boenn.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 7 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *spicatum* aut. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. J. Šķipsna).

* f. *catenulatum* Ludw. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* f. *cymosum* aut. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* var. *striatiforme* Murr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 6 Fundorten), Sloka; Kr. Madona: Vestiena (v. 4 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *glomerulosum* aut. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena.

* *C. album* L. subsp. *ealbum* × *album* L. subsp. *concatenatum* (Ludw.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 10 Fundorten).

* *C. suecicum* Murr. (= *C. album* L. subspec. *pseudopulifolium* Scholz). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 4 Fundorten), Carnikava (mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Cēsis; Kr. Madona: Līdere, Vestiena (v. 2 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene, am Bhnfh. Zemgale; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig).

* f. *cymosum* Ludw. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena (v. 3 Fundorten).

* *C. Klinggraeffii* Aellen (= *C. album* L. subspec. *hastatum* Klinggr.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. J. Šķipsna); Kr. Cēsis: Priekuli; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* *C. strictum* Roth. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3 Fundorten).

C. glaucum L.

* var. *typicum* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 9 Fundorten), Sloka, Rembate.

* f. *angustifolium* Zapal. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten), Olaine.

* f. *pseudorubrum* Schwarz. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* f. *integrifolium* Schulth. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* var. *prostratum* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka (v. 2 Fundorten).

C. rubrum L.

* var. *vulgare* Wallr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. J. Šķipsna), Sloka, Rembate.

* var. *blitoides* Wallr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 4 Fundorten, lg. z. T. J. Smarods), Dreiliņi; Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava (lg. I. Peniks), Kalnciems; Prov. Latgale, Kr. Ludza: Mērdzene (mit I. Peniks).

C. foliosum (Mnch.) Aschers. Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene, am Bhnf. Zemgale, wohl eingeschleppt.

Spinacia L.

† *S. oleracea* L.

* † var. *spinosa* (Mnch.). Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna).

* † var. *glabra* (Mill.).

* † f. *acutifolia* Alef. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, auf Schuttstellen (v. 3 Fundorten); Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna).

Atriplex L.

A. hortense L.

var. *typicum* Beck. Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Bēne.

* f. *rubrum* Roth. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Dreiliņi; Kr. Madona: Lubeja.

* f. *ruberrimum* Moq. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* *A. nitens* Schkuhr. Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, wohl eingeschleppt.

A. litorale L.

* var. *angustissimum* Moq. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* var. *serratum* Smith. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 3 Fundorten).

A. patulum L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3 Fundorten), Ķemeri, Rembate (v. 2 Fundorten); Kr. Cēsis: Cēsis; Kr. Madona: Vestiena, Gulbene (v. 2 Fundorten, mit *A. Ķirulis*); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Vandzene (lg. J. Šķipsna).

var. *angustifolium* Lange. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna, J. Smarods), Rembate; Kr. Cēsis: Rauna.

* *f. hastifolium* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.
var. *erectum* Lange. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 3 Fundorten), Carnikava (v. 2 Fundorten); Kr. Cēsis: Cēsis (lg. J. Šķipsna), Kudums (mit J. Zirnīts); Prov. Latgale, Kr. Ludza: Mērdzene (mit I. Peniks).

* *f. tridentatum* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.
f. oppositifolium Coss. et Germ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Sloka; Kr. Cēsis: Cēsis, Priekuļi; Kr. Madona: Vestiena, Līdzere; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* *f. farinosum* Fr. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten); Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

* *f. angustissimum* Gren. et Godr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* *f. succulentum* (Mert. et Koch.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte.

* *f. appendiculata* Coss. et Germ.

* *f. bracteatum* Westerl. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

A. hastatum L. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena.

var. *microtheca* Schum.

* *f. ruderale* Westerl. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 9 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, Jelgava (lg. I. Peniks); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten).

* *f. integrifolium* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. J. Smarods).

Axyris L.

A. amarantoides L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Gemüsegarten, eingeschleppt; Bhf. Sarkandaugava, eingeschleppt.

Kochia Roth.

† *K. scoparia* Schrad.

† var. *trichophila* Schinz et Thell. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi.

Corispermum L.

C. intermedium Schweigg. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten, lg. z. T. Dr. A. Ludwig, 1917).

C. hyssopifolium L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna).

* *C. orientale* Lam.

* var. *angustifolium* Fenzl. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Babīte, beide wohl eingeschleppt.

Salsola L.

S. Kali L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

* var. *hirsuta* Horn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten), Buļļi; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* var. *pseudotragus* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten).

Amarantaceae.

Amarantus L.

A. caudatus L.

* var. *normalis* Voss.

* f. *luteus* Voss.

* f. *leucospermus* Thell. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Dreiliņi, verwildert.

* subvar. *tenuispicatus* Thell.

* f. *luteus* Voss.

* f. *leucospermus* Thell. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Dreiliņi, verwildert.

* *A. hybridus* L.

* subspec. *cruentus* Thell.

* var. *paniculatus* Thell. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Dreiliņi, Gemüsegarten.

* f. *cruentus* Mog. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Dreiliņi, Gemüsegarten.

A. retroflexus L.

* var. *genuinus* Thell. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten), Ādaži (v. 2 Fundorten), Babīte; Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene, um Bēnhf. Zemgale.

* var. *Delilei* Thell. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte.

A. lividus L.

* var. *ascedens* Thell. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

* f. *erectus* Thell. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ādaži.

Portulacaceae.

Montia L.

M. lamprosperma Cham. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka (mit Mag. J. Gröntved).

Claytonia L.

† *C. perfoliata* Donn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Dreiliņi.

Caryophyllaceae Rchb.

Moehringia L.

M. trinervia (L.) Clairv. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Jugla (lg. J. Smarods), Ādaži (v. 2 Fundorten, lg. J. Smarods), Ķekava (lg. J. Smarods), Ogre (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Smarods), Sigulda, Babīte (lg. † J. Mikutowicz, 1892); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 9 Fundorten, lg. z. J. Šķipsna); Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere, Madona, Lautere; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Bērzmuiža, Vecsvirlauka (lg. J. Smarods); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Smarods).

Arenaria L.

A. serpyllifolia L.

* var. *scabra* Fenzl.

* f. *hirti-scabra* Schur. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre; Kr. Cēsis: Cēsis (v. 2 Fundorten), Priekuļi (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Valka: Valka (v. 2 Fundorten, lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Lazdona, Mārciena, Līdere (v. 2 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Bērzmuiža (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nīca.

* f. *condensata* Lange. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis (lg. J. Šķipsna).

var. *viscida* (Loisel.) Aschers. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Līdere (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

A. graminifolia Schrad.

var. *glabra* Williams. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten, lg. † J. Mikutowicz, 1891. u. 1894).

† *A. balearica* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

Stellaria L.

S. holostea L.

* var. *genuina* Rouy et Fouc. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Pļaviņas (v. 2 Fundorten); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Valka: Valka, am Ufer der Fl. Gauja (lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Gulbene (v. 3 Fundorten, lg. z. T. A. Delvigs, A. Ķirulis), Kusa.

* f. *puberula* Zapaļ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Pļaviņas, Koknese, Sigulda; Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere.

S. crassifolia Ehrh.

var. *oblongifolia* Fenzl. Prov. Vidzeme, Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Lautere.

S. palustris (Murr.) Retz.

* f. *communis* Fenzl. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-L.-Šmerlis (lg. J. Smarods), Sloka (mit Mag. J. Gröntved); Kr. Cēsis: Ramka (lg. J. Šķipsna), Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Valka: Jaunlaicene (lg. A. Smarods); Kr. Madona: Līdere, Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna, A. Delvigs), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Kandava.

* f. *latifolia* Marss. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Bulduņi (lg. J. Smarods); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

S. graminea L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten), Dreiliņi, Babīte (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 5 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 10 Fundorten), Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. A. Delvigs); Kr. Valka: Jaunlaicene (lg. A. Smarods), Trapene (lg. A. Smarods); Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Dignāja (lg. E. Lutes); Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. P. Morits); Kr. Liepāja: Liepāja.

S. longifolia Mühlenb. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Mangāli (lg. † J. Mikutowicz, 1892); Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs).

S. uliginosa Murr.

* var. *typica* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena, Jaungulbene (lg. J. Šķipsna).

S. nemorum L.

* var. *typica* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sigulda, Turaida (lg. J. Smarods), Ogre (lg. J. Smarods), Lielvārde, Koknese (lg. J. Smarods); Kr. Valka: Jaunlaicene (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. u. A. Smarods); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Vaive (mit E. Ozols u. J. Zirnīts); Kr. Madona: Cesvaine (lg. A. Delvigs), Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. z. T. A. Delvigs, A. Ķirulis), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Madona, Līdere; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Vecsvirlauka (lg. J. Smarods); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 4 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna, J. Smarods, P. Morits); Prov. Latgale, Kr. Ludza: Malnava (lg. O. Andersons).

S. media (L.) Cyr.

* var. *oligandra* Fenzl.

* subvar. *genuina* (Čelak.) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Zemitāni (v. 2 Fundorten), Rīga-Āgenskalns, Rīga-Šmerlis (lg. J. Smarods), Ogre (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2 Fundorten), Cēsis: Kr. Valka: Jaunlaicene (lg. J. Smarods); Kr. Madona: Līdere (v. 7 Fundorten), Gulbene (lg. J. Šķipsna), Vestiena (v. 3 Fundorten, lg. z. T. † E. Starcs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

* *S. pallida* Piré. Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

Myosoton Moench.

M. aquaticum (L.) Mnch. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ķemeri, Rembate (mit A. Ķirulis), Katlakalns; Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna), Liepa (lg. J. Šķipsna); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

Cerastium L.

† *C. tomentosum* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

C. semidecandrum L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten, lg. † J. Mikutowicz, 1888 u. 1894), Ādaži; Kr. Cēsis: Priekuļi, Cēsis (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten), Vestiena; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Kandava (v. 2 Fundorten); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

C. caespitosum Gilib. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 14 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Cēsis; Kr. Valka: Trapene (lg. A. Smarods); Kr. Madona: Līdere (v. 3 Fundorten), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Gulbene (lg. A. Delvigs), Vestiena, Liezere (v. 2 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Vecsvirlauka (lg. J. Smarods), Jelgava; Kr. Ilūkste: Dēmene; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 2 Fundorten, lg. z. T. P. Morits, J. Šķipsna); Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten).

* var. *elatus* Peterm. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Purvaciems; Kr. Cēsis: Rauna; Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, Bērzmuiža.

* var. *glandulosum* Wirtg. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

C. arvense L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten), Bolderāja (lg. † A. Dauvarts); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 4 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere, Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Mārciena; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Eleja (lg. L. Gauja); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

Honckeya Ehrh.

H. peploides (L.) Ehrh. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka (v. 4 Fundorten, lg. z. T. A. Ķirulis), Priedaine (lg. A. Ķirulis), Bolderāja (lg. † A. Dauvarts); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (v. 2 Fundorten, lg. z. T. Dr. A. Ludwig, 1917); Kr. Ventspils: Mazirbe (mit Mag. J. Gröntved).

Sagina L.

S. nodosa Fenzl.

* var. *filiformis* Čelak. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuli (v. 3 Fundorten); Kr. Madona: Jaungulbene (lg. J. Šķipsna).

var. *glandulosa* Presl. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Līgatne, Ādaži (lg. J. Smarods), Sigulda (lg. J. Smarods); Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Ieriķi (lg. J. Šķipsna), Priekuli (v. 3 Fundorten); Kr. Madona: Līdere (v. 4 Fundorten), Gulbene (lg. A. Delvigs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

S. procumbens L.

* var. *glaberrima* Neilr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Bolderāja (lg. A. Ķirulis); Kr. Valka: Jaunlaicene (lg. A. Smarods); Kr. Cēsis: Priekuli (v. 3 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Bērzmuiža.

Spergula L.

S. arvensis L.

var. *vulgaris* (Mert. et Koch) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2 Fundorten), Lielvārde; Kr. Cēsis: Cēsis, Priekuli (v. 11 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 3 Fundorten), Vestiena (v. 2 Fundorten), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Liezere (lg. † O. Maulvurfs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nica, Liepāja; Kr. Talsi: Stende.

f. *linicola* Schwarz. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* f. *subsativa* Zapal. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. O. Lācis); Kr. Cēsis: Priekuli (v. 2 Fundorten); Kr. Madona: Līdere (v. 2 Fundorten), Gulbene (lg. A. Delvigs), Vestiena (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

f. *laricina* Asschers. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka (lg. A. Ķirulis).

* *S. morisonii* Bor. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

Spergularia Presl.

S. rubra (L.) Presl.

* var. *typica* (Aschers. et Graebn.).

* f. *arenosa* (Fiori). Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nica, Gramzda.

* f. *subvestita* Zapaļ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Bulduņi (lg. † J. Mikutowicz, 1890), Babīte (lg. † J. Mikutowicz, 1894).

Herniaria L.

H. glabra L.

* var. *typica* (Beck) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Bolderāja (lg. † A. Dauvarts), Rīga-Torņakalns (lg. † J. Mikutowicz, 1888), Rīga-Sarkandaugava, Sloka, Ādaži (lg. J. Smarods); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 6 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Saviena (lg. M. Āriņš), Līdere (v. 2 Fundorten), Lazdona, Gulbene (lg. A. Delvigs); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nica.

Scleranthus L.

S. perennis L.

* var. *typicus* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Torņakalns (lg. † J. Mikutowicz), Rīga-Ilģeciems, Babīte, Sloka (v. 2 Fundorten); Kr. Valka: Valka (lg. J. Šķipsna); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2 Fundorten); Kr. Madona: Kusa, Lazdona; Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Sunākste.

S. annuus L.

* subspec. *eu-annuus* Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka, Lielvārde, Ikšķile (mit A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 10 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere (v. 3 Fundorten), Vestiena (v. 2 Fundorten), Liezere (lg. † O. Maulvurfs); Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

Lychnis L.

L. flos cuculi L.

var. *typica* Fior. et Paol. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Milgrāvis (lg. A. Ķirulis), Daugmale; Kr. Cēsis: Priekuļi; Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Liezere (v. 2 Fundorten, lg. z. T. T. Ķirulis, † O. Maulvurfs), Līdere (v. 2 Fundorten), Gulbene (lg. A. Delvigs), Vestiena; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. P. Morits).

f. *albiflora* Tinant. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Iļģeciems; Kr. Madona: Līdere.

var. *latifolia* Bolle (verg.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Salaspils.

† *L. chalconica* L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekule, cult. (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere, cult.; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, cult. (v. 2 Fundorten).

Agrostemma L.

A. githago L.

var. *vulgare* Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga; Kr. Cēsis: Priekule (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena, Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere (v. 2 Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

* f. *nanum* (Hartm.) Aschers. et Graebn. (verg.). Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekule.

Melandrium Roehl.

M. album (Mill.) Garcke.

var. *typicum* Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre, Sloka (lg. A. Ķirulis), Lielvārde (v. 3 Fundorten), Olaine, Pļaviņas; Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Araiži (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Skujene. Jaunpiebalga (lg. A. Delvigs), Raiskums; Kr. Madona: Vestiena (v. 2 Fundorten (lg. † E. Starcs), Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere, Cesvaine (lg. A. Delvigs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Ozolnieki (lg. J. Smarods), Vecsvirlauka (lg. J. Smarods), Kalnciems (v. 2 Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

M. dioecum (L.) Schinz et Thellung.

var. *typicum* (Aschers. et Graebn.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Turaida (lg. J. Smarods), Skrīveri, Rembate (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Smarods); Kr. Valka: Vecsalaca (lg. J. Šķipsna).

M. viscosum Čelak. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Zemitāni, eingeschleppt.

M. album × *dioecum* Hayek. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese.

Viscaria Roehl.

V. vulgaris Roehl. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekule; Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis), Lugaži (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Liezere (v. 4 Fundorten, lg. z. T. T. Ķirulis).

† O. Maulvurfs), Līdere (v. 4 Fundorten), Gulbene (v. 2 Fundorten, lg. A. Delvigs).

* f. *albiflora* (Sweet) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena (lg. † E. Starcs).

Silene L.

S. vulgaris (Moench) Garcke.

* subspec. *vulgaris* (Moench) Garcke.

* var. *vesicaria* (Rchb.).

* subvar. *brachiata* (Jord.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna), Ieriķi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Litene (lg. J. Šķipsna), Līdere (v. 3 Fundorten), Liezere (v. 2 Fundorten, lg. z. T. T. Ķirulis, † O. Maulvurfs), Vestiena (v. 2 Fundorten), Gulbene (lg. A. Delvigs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

S. dichotoma Ehrh. Prov. Vidzeme, Kr. Talsi: Stende, eingeschleppt (lg. J. Šķipsna).

* var. *erecta* Thellung et Zimmerm. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena, eingeschleppt; Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Sece, eingeschleppt (lg. J. Šķipsna).

* *S. gallica* L.

* var. *anglica* (L.) Aschers. et Graebn. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nīca, eingeschleppt.

S. armeria L.

* var. *latifolia* Rchb. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, eingeschleppt.

S. chlorantha Ehrh. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, eingeschleppt (lg. Dr. V. Mühlenbachs).

S. otites (L.) Sm.

subspec. *eu-otites* Aschers. et Graebn. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

var. *parviflora* (Rchb.) Aschers. et Graebn. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Bernāti.

S. nutans L.

var. *typica* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Asari (lg. P. Pētersons), Ogre (v. 2 Fundorten, lg. z. T. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Cēsis, Araiži, Priekuļi (v. 2 Fundorten); Kr. Valka: Lugaži (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Kusa, Lautere, Līdere, Liezere; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Kr. Jēkabpils: Sēlpils; Kr. Ilūkste: Dēmenē.

* f. *rosea* Pach. et Jaborn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese.

* f. *obovata* Zapal. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Araiži.

* *f. lancifolia* Zapaļ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Asaņi (lg. P. Pētersons), Jugla (lg. A. Ķirulis); Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Līdere, Kusa; Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene (v. 2 Fundorten).

* *var. glabriuscula* Zapaļ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre, Ikšķile; Kr. Cēsis: Araiži; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Kr. Ilūkste: Dēmene; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* *var. baltica* Zapaļ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Asaņi (lg. P. Pētersons), Jugla (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Araiži; Kr. Madona: Vestiena.

† *S. noctiflora* (L.) Fr. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Jaungulbene, cult. (lg. J. Šķipsna).

S. tatarica L. Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

Cucubalus L.

C. baccifer L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sigulda (lg. J. Smarods), Lielvārde.

Gypsophila L.

G. paniculata L.

var. typica Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Ogre (lg. A. Ķirulis), Jaunlive, cult. (mit A. Ķirulis); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Vecsvirlauka, cult. (lg. J. Smarods).

* *var. lithuanica* Zapaļ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, eingeschleppt.

G. fastigiata L.

* *subspec. pulposa* (Gilib.)

* *var. calcarea* Fr.

* *subvar. typica* Zapaļ. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ādaži (lg. † J. Mikutowicz, 1891), Babīte (v. 2 Fundorten, lg. z. T. † J. Mikutowicz, 1894), Baltezers (lg. A. Ķirulis), Dreiliņi (v. 2 Fundorten), Sloka (lg. † A. Dauvarts), Tome (lg. J. Zirnīts); Kr. Kuldīga: Renda (lg. O. Konde).

† *G. elegans* M. Bieb. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult. (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene, cult. (lg. A. Delvigs).

G. muralis L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Katlakalns; Kr. Cēsis: Priekuli (v. 2 Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Valmiera: Burtnieki (lg. P. Dreimanis); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Līdere; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Gramzda, Nīca, Lukne; Prov. Latgale,

Kr. Ludza: Kārsava (mit I. Peniks), Mērdzene (mit I. Peniks).

* var. *ramosissima* Schur. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Katlakalns.

Vaccaria Med.

V. segetalis (Neck.) Garcke. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna).

Dianthus L.

† *D. barbatus* L. Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, cult.

*† f. *albus* Voss. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka, cult.; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, cult.; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende, cult. (lg. J. Šķipsna).

*† f. *atrisanguineus* Voss. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere, cult.

*† var. *aggregatus* Williams.

*† f. *atrisanguineus* Voss. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rembate, eingeschleppt.

*† f. *mutabilis* Voss. Prov. Vidzeme, Kr. Valka: Valka, cult. (lg. J. Šķipsna).

*† f. *marginatus* Voss. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre, eingeschleppt (v. 2 Fundorten, lg. z. T. A. Ķirulis).

*† f. *albus* Voss. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena, cult.

*† var. *rariflorus* Schur.

*† f. *marginatus* Voss. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi, cult. (lg. J. Šķipsna).

*† var. *latifolius* Ser.

*† f. *mutabilis* Voss. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena, cult.

*† *D. Balbisii* Ser.

*† var. *Liburnicus* Gürke. Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kronpircava, eingeschleppt.

D. deltoides L.

var. *typicus* Williams. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte (lg. † A. Dauvarts); Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna), Jaunpiebalga (lg. A. Delvigs); Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis), Līdene (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Lubeja, Lazdona; Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Sauka (lg. V. Tumšs); Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Gramzda; Kr. Talsi: Kandava (lg. Dr. V. Mühlenbachs).

† *D. silvester* Wulf. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi, cult. (lg. J. Šķipsna).

† *Dr. plumarius* L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis, cult. (lg. J. Šķipsna).

D. arenarius L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ikšķile (mit A. Ķirulis), Sloka (v. 2 Fundorten), Dreiliņi, Olaine; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna); Kr. Ventspils: Mazirbe (mit Mag. J. Gröntved).

Saponaria L.

S. officinalis L.

var. *typica* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka, eingeschleppt, Koknese (lg. J. Šķipsna), Lielvārde.

*† var. *glaberrima* Ser. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte, cult., Katlakalns, cult.; Kr. Madona: Līdere, cult.

*† f. *latifolia* Waisb. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Katlakalns, cult.; Kr. Madona: Līdere, cult.

*† f. *pleniflora* Schur. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena, cult.

†* *S. ocymoides* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult., Skrīveri, cult.

Nymphaeaceae DC.

Nymphaea L.

N. candida Presl. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. † J. Mikutowicz, 1890); Kr. Madona: Līdere (Sāsēris-See), Vestiena (Lepu-See); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Bērzuīža (Bērze-Fluss).

Nuphar Sm.

N. luteum (L.) Sm.

var. *genuinum* Cout. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Babīte (lg. † J. Mikutowicz, 1890); Kr. Madona: Vestiena (v. 2 Fundorten), Līdere (v. 2. Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

N. pumilum (Timm.) DC.

var. *genuinum* Schust. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis (Ninieris-See, lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena (Lepu-See).

N. luteum × *pumilum* Casp.

* var. *subluteum* Casp. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena (Lepu-See).

* var. *medium* Casp. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena (Lepu-See).

Ceratophyllaceae A. Gray.

Ceratophyllum L.

C. demersum L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. † J. Mikutowicz, 1892); Kr. Madona: Lubeja (grosser Lideres-See).

Ranunculaceae Juss.

Caltha L.

C. palustris L.

var. *vulgaris* Schur. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekule (v. 3. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Liezere (v. 3. Fundorten, lg. z. T. T. Cīrulis, † O. Maulvurfs), Vestiena (v. 2. Fundorten), Līdere (v. 5. Fundorten, lg. z. T. K. Kauliņš); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. P. Morits); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *aestivalis* Wild. et Dur. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Olaine (mit † A. Dauvarts), Kr. Madona: Vestiena.

* † f. *plena* Huth. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

* f. *rotundifolia* (Schur.) Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekule; Kr. Madona: Vestiena.

* f. *dentata* Čelak. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena (v. 2. Fundorten).

* f. *crenata* Schur. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere, Vestiena; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

* f. *integrifolia* Aschers. et Graebn. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Liezere, Vestiena.

Trollius L.

T. europaeus L.

var. *vulgaris* Roep. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde; Kr. Cēsis: Priekule (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Valka: Valka (lg. A. Kīrulis); Kr. Madona: Līdere (v. 4. Fundorten), Vestiena (eine Herbstform, am 2. 10. 1932 noch blühend gefunden), Liezere (lg. T. Cīrulis), Gulbene (lg. A. Delvigs), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. P. Morits); Kr. Liepāja: Grobiņa (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *denticulatus* Zapal. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ropāži (lg. A. Kīrulis); Kr. Cēsis: Priekule; Kr. Madona: Līdere.

Nigella L.

† *N. damascena* L.

var. *typica* Brand. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Vestiena, cult.

Actaea L.

A. spicata L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka (lg. A. Ķirulis), Koknese, Sigulda; Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 3. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (v. 3. Fundorten, lg. z. T. A. Delvigs, A. Ķirulis), Līdere, Vestiena; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. P. Morits).

Aquilegia L.

A. vulgaris L.

* var. *pratensis* Kitt. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese; Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. z. T. J. Šķipsna), Ērgļi.

Delphinium L.

D. consolida L.

var. *typica* Pospich. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Ērgļi, Priekuļi (v. 2. Fundorten, lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Kusa, Vestiena, Līdere; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Kr. Bauska: Īsīce; Kr. Jēkabpils: Sunākste; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Vandzene (lg. J. Šķipsna).

D. elatum L.

* var. *glabrum* Lam. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese, Lielvārde.

Aconitum L.

A. lasiostomum Rchb. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Kusa (mit J. Kaķītis), Līdere (mit J. Kaķītis).

A. vulparia Rchb.

* f. *phthora* Rchb. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs).

* subspec. *Thalianum* (Wallr.).

* f. *lagoctonum* (Rchb.). Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene (lg. z. T. J. Šķipsna, A. Delvigs).

† *A. napellus* Rchb.

† subspec. *pyramidale* (Mill.). Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi, cult. (lg. J. Šķipsna).

† *A. cammarum* L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi cult. (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Vestiena, cult., Liezere, cult. (lg. T. Cīrulis), Līdere (v. 2. Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende, cult. (lg. J. Šķipsna).

† var. *bicolor* Rchb. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi, cult. (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, cult.

Clematis L.

† *C. vitalba* L.

* † var. *typica* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

* † var. *taurica* Kze. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Salaspils, cult. (lg. J. Smarods).

† *C. flammula* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Skrīveri, cult.

Anemone L.

A. hepatica L.

var. *typica* (Beck) Gürke. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Inčukalns (lg. † J. Mikutowicz, 1894); Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere (v. 4. Fundorten), Lautere.

f. *multifida* Hartm. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi; Kr. Madona: Līdere; Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Sauka (lg. V. Tumšs).

f. *alba* Mill. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene (v. 2. Fundorten, lg. z. T. A. Delvigs, A. Ķirulis).

A. ranunculoides L.

subspec. *typica* Ulbrich. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde, Sigulda, Inčukalns (lg. † J. Mikutowicz, 1894), Stopiņi; Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 5. Fundorten), Gulbene (v. 2. Fundorten, lg. A. Delvigs), Jaungulbene (v. 2. Fundorten, lg. J. Šķipsna); Prov. Zemgale, Kr. Tukums: Irlava (lg. † J. Mikutowicz, 1888); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 2. Fundorten, lg. z. T. P. Morits, J. Šķipsna), Kandava (lg. Dr. V. Mühlenbachs); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

A. nemorosa L.

subspec. *europaea* Ulbrich.

var. *typica* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde, Stopiņi (v. 2. Fundorten), Babīte (lg. † J. Mikutowicz, 1890); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere (v. 4. Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 2. Fundorten, lg. z. T. P. Morits, J. Šķipsna); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* f. *rosea* Peterm. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi.

A. silvestris L.

* var. *major* Jancz. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese (v. 2. Fundorten, lg. z. T. E. Orander), Pļaviņas (v. 3. Fundorten); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Sarkane; Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Sēlpils.

* f. *biflora* Gruett. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Pļaviņas (v. 2. Fundorten).

† *A. multifida* Poir. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

A. nemorosa L. × *ranunculoides* L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi.

Pulsatilla Tourn.

P. patens (L.) Mill.

subspec. *latifolia* (Rupr.) Zamels. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ikšķile (mit *A. Ķirulis*), Rīga (lg. † J. Mikutowicz, 1890), Rīga-Jugla, Ādaži (v. 4. Fundorten), Salaspils; Kr. Cēsis: Cēsis (v. 2. Fundorten); Kr. Madona: Prauliena, Sāvena, Lazdona.

P. pratensis Mill.

subspec. *Breynii* (Rupr.). (*P. pratensis* var. *flavescens* Hazsl.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga (v. 7. Fundorten, lg. z. T. ipse, z. T. † J. Mikutowicz, 1894, O. Lācis), Sloka, Ikšķile, Ādaži, Katlakalns (v. 2. Fundorten); Kr. Cēsis: Cēsis (v. 3. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna), Priekuļi (v. 4. Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Ventspils: Mazirbe (v. 2. Fundorten, mit Mag. J. Gröntved).

P. patens Mill. × *pratensis* Mill. var. *Breynii* (Rupr.) (*P. Borosiana* Wagn.). Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi, am Ufer des Fl. Gauja.

Myosurus L.

M. minimus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lēdurga (lg. † Bergengruen, 1890); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 4. Fundorten); Kr. Madona: Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Līdere (v. 3. Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

Ranunculus L.¹⁾

R. ficaria L.

* var. *incubens* Schultz. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Ilģeciems (lg. † J. Mikutowicz, 1890); Kr. Madona: Līdere.

* f. *dentatus* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere.

* var. *divergens* Schultz. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde; Kr. Cēsis: Priekuļi (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Ķirulis), Līdere; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 2. Fundorten, lg. z. T. P. Morits, J. Šķipsna).

* f. *dentatus* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre; Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs), Līdere.

¹⁾ Die Arten der Gattung *Ranunculus* sind nur teilweise berabetet.

R. lingua L.

* var. *glabratus* Wallr. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ādaži (lg. J. Smarods), Lēdurga (lg. † Bergengruen, 1890), Babīte (lg. † A. Dauvarts), Stopiņi; Kr. Madona: Lubeja, Līdere, Gulbene (lg. A. Delvigs), Litene (lg. J. Šķipsna); Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* var. *hirsutus* Wallr. Prov. Vidzeme, Madona: Vestiena; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Bērzmuiža, Kalnciems; Kr. Ilūkste: Dēmene.

R. flammula L.

var. *genuinus* Buchen. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, Babīte (lg. A. Ķirulis), Priedaine (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Priekuli (v. 3. Fundorten, lg. J. Šķipsna), Cēsis; Kr. Madona: Līdere (v. 3. Fundorten), Liezere (v. 2. Fundorten, lg. † O. Maulvurfs), Vestiena, Gulbene (lg. A. Delvigs), Litene (lg. J. Šķipsna); Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Sauka (lg. V. Tumšs).

var. *serratus* DC. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere, Vestiena; Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Dēmene (v. 2. Fundorten).

var. *gracilis* G. T. W. Mey. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Bolderāja (mit Dr. V. Mühlenbachs).

R. reptans L.

f. *terrestis* Glück. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (lg. † Bergengruen, 1890), Ikšķile (mit A. Ķirulis); Ādaži (lg. A. Ķirulis).

f. *submersus* Glück. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis (lg. Walter); Kr. Madona: Vestiena (Lepu-See).

R. sceleratus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga (v. 2. Fundorten), Ikšķile (mit A. Ķirulis), Carnikava (mit J. Smarods), Mārupe, Olaine, Lielvārde; Kr. Cēsis: Priekuli (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (lg. A. Delvigs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Bērzmuiža, Kalnciems; Kr. Jēkabpils: Sauka (lg. V. Tumšs); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna); Kr. Liepāja: Rucava; Prov. Latgale, Kr. Ludza: Kārsava (mit I. Peniks).

* f. *pygmaeus* Pupe. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Priedaine (lg. A. Ķirulis); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja.

R. bulbosus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Bolderāja (v. 2. Fundorten, mit Dr. V. Mühlenbachs); Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Nīca, Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

R. repens L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Bolderāja (mit Dr. V. Mühlenbachs), Rīga; Kr. Cēsis: Priekuli (v. 3. Fund-

orten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 2. Fundorten), Gulbene (lg. A. Delvigs), Liezere (v. 2. Fundorten, lg. z. T. † O. Maulvurfs, T. Cīrulis), Vestiena; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. P. Morits); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* var. *erectus* DC. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Cēsis, Vaive; Kr. Madona: Jaungulbene (lg. J. Šķipsna), Vestiena (v. 2. Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende.

* f. *pleniflorus* auct. Prov. Kurzeme, Kr. Ventspils: Usma (mit Mag. J. Gröntved).

R. polyanthemus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Bolderāja (mit Dr. V. Mühlenbachs), Stopiņi, Ikšķile (mit A. Ķirulis), Pļaviņas, Lielvārde, Olaine; Kr. Cēsis: Āraiži, Priekuļi (v. 3. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Valmiera: Ainaži (lg. J. Šķipsna); Kr. Kr. Madona: Vestiena, Madona, Lazdona, Liezere (v. 2. Fundorten, lg. † O. Maulvurfs), Līdere (v. 4. Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Sēlpils.

* *R. breininus* Grantz. (= *R. nemorosus* DC., *R. silvaticus* Thuill.). Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Kandava, Laubwald beim Ges. Šķūtes (leg. Dr. V. Mühlenbachs, teste Prof. Dr. K. R. Kupffer).

R. lanuginosus L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Līvī, in der Schlucht beim Meijermuiža (lg. Walter).

R. acer L.

var. *typicus* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga-Ilģeciems (v. 3. Fundorten), Rīga-Bolderāja (mit Dr. V. Mühlenbachs), Olaine, Ādaži (lg. J. Smarods), Lielvārde, Ogre, Stopiņi; Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 5. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 5. Fundorten), Vestiena (v. 2. Fundorten), Gulbene (lg. A. Delvigs), Liezere (v. 2. Fundorten, lg. z. T. T. Cīrulis, † O. Maulvurfs); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Ozolnieki (lg. J. Smarods); Kr. Ilūkste: Dēmene; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. P. Morits); Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

R. auricomus L.

var. *typicus* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 7. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 2. Fundorten), Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Jaungulbene (lg. J. Šķipsna); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. P. Morits).

R. cassubicus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ķemeri (lg. A. Ķirulis); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 4. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Gulbene (v. 2. Fundorten, lg. A. Delvigs), Vestiena, Līdere; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

* var. *silvicola* Wimm. et Grab. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi; Kr. Madona: Līdere (v. 3. Fundorten).

Thalictrum L.

T. aquilegifolium L.

var. *typicum* Beck. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese; Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Valka: Valka (lg. A. Ķirulis); Kr. Madona: Lautere, Kusa (v. 2. Fundorten), Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Līdere (v. 4. Fundorten); Prov. Zemgale, Kr. Jēkabpils: Sauka (lg. V. Tumšs).

T. minus L.

* var. *procerum* Regel. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga.

T. simplex L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi; Kr. Valka: Trikāte; Kr. Madona: Litene (lg. J. Šķipsna).

T. flavum L.

var. *genuinum* Regel. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Sloka (v. 2. Fundorten, lg. A. Ķirulis), Sala (mit A. Ķirulis u. J. Smarods), Carnikava (mit J. Smarods); Kr. Cēsis: Ērgļi, Priekuļi; Kr. Madona: Litene (lg. J. Šķipsna); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Bērzuīža, Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Liepāja: Liepāja (lg. Dr. A. Ludwig, 1917).

* var. *rufinerve* Regel. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ķemeri, Rembate, Ogre (v. 2. Fundorten), Ropaži (lg. A. Ķirulis), Lielvārde; Kr. Cēsis: Cēsis, Priekuļi (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems.

T. lucidum L.

var. *stenophyllum* (Wimm, et Grab.) Hayek. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese, Rīga-Iļģeciems; Kr. Madona: Gulbene, Viesiena, Liezere (lg. † O. Maulvurfs), Lubeja (v. 2. Fundorten), Kusa (v. 2. Fundorten), Līdere (v. 5. Fundorten), Vestiena; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Kr. Bauska: Īslīce (lg. J. Šķipsna); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna).

var. *laserpitiifolium* (Koch) Hayek. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Lielvārde; Kr. Cēsis: Ērgļi; Kr. Valmiera: Matiši; Kr. Madona: Kusa; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Kandava, Stende (lg. J. Šķipsna); Prov. Latgale, Kr. Ludza: Kārsava (mit I. Peniķs).

Berberidaceae Torr. et Gr.

Mahonia Nutt.

† *M. aquifolium* Nutt. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult. (v. 2. Fundorten), Sloka, cult.; Kr. Madona: Gulbene, cult. (lg. A. Delvigs).

Berberis L.

* † *B. buxifolia* Poir. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, cult.

* † var. *nana* Schneid. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, cult.

† *B. thunbergii* DC. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult. (v. 2. Fundorten), Lielvārde, cult., Stopiņi, cult., Ogre, cult.; Kr. Madona: Gulbene, cult. (v. 2. Fundorten, lg. z. T. A. Delvigs).

B. vulgaris L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Līgatne (mit † E. Stares), Rīga, cult. (v. 2. Fundorten), Stopiņi, cult., Ķeipene (lg. P. Kalniņš), Jaunlīve (lg. J. Sermons); Kr. Cēsis: Jaunrauna (lg. K. Niklass), Priekuļi (v. 2. Fundorten); Kr. Valka: Gaujiena (lg. E. Upīts); Kr. Valmiera: Dunte (v. 2. Fundorten, lg. z. T. E. Cimdiņš, z. T. J. Bērziņš); Kr. Madona: Līdere, cult., Gulbene, cult. (lg. A. Delvigs), Prauliena (lg. J. Skrabe), Sarkane (lg. J. Skrabe), Mārciena, Viesiena, cult.; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Jelgava, cult. (v. 2. Fundorten), Kalnciems, cult.; Kr. Tukums: Blidene (lg. O. Grīns); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Laidze (lg. K. Tukmanis), Stende (lg. J. Šķipsna); Kr. Aizpute: Cīrava, cult. (lg. P. Petersons)

† var. *atropurpurea* Reg. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, cult.; Kr. Valmiera: Bauņi, cult. (mit J. Zirņits); Kr. Madona: Lautere, cult.; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems, cult.

* † *B. vulgaris* L. × *Mahonia aquifolium* Nutt. (*B. Neuberti* Baum., × *Mahonia Neuberti* Schneid.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Stopiņi, cult.

Epimedium L.

* † *E. alpinum* L. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Gulbene, cult. (lg. z. T. A. Delvigs).

Menispermaceae DC.

Menispermum L.

† *M. dauricum* DC. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Skrīveri, cult.

Magnoliaceae St.-Hil.

Magnolia L.

† *M. denudata* Desr. × *M. liliflora* Desr. (× *M. Soulangiana* Soul.). Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

Papaveraceae Juss.

Chelidonium L.

C. majus L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Ogre, Babīte (lg. † J. Mikutowicz, 1890); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 4. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere (v. 3. Fundorten), Gulbene (lg. A. Delvigs), Liezere (lg. T. Cīrulis).

* † var. *laciniatum* Koch. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Rīga, cult.

Papaver L.

† *P. rhoeas* L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi, cult. (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna).

P. dubium L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Koknese (lg. J. Šķipsna); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 5. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere; Prov. Zemgale, Kr. Jelgava: Kalnciems (v. 2. Fundorten), Bēne (v. 2. Fundorten); Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

P. argemone L. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Madona; Prov. Zemgale, Kr. Ilūkste: Bēnh. Zemgale; Prov. Kurzeme, Kr. Talsi: Stende (lg. J. Šķipsna).

† *P. somniferum* L. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Katlakalns, cult.; Kr. Cēsis: Priekuļi, cult. (lg. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere, cult., Vestiena, cult. (lg. † E. Starcs), Liezere, cult. (lg. † O. Maulvurfs).

Fumariaceae DC.

Corydalis Med.

C. cava (L.) Schw. et K. Prov. Kurzeme, Kr. Ventspils: Usma, Insel Moricsala in Usma-See.

C. solida (Mill.) Sw. Prov. Vidzeme, Kr. Rīga: Krimulda (lg. † A. Bergengruen), Sigulda (lg. A. žerbels), Lielvārde, Inčukalns (v. 3. Fundorten, lg. z. T. † J. Mikutowicz, z. T. K. R. Kupffer); Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 2. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Līdere, Zelgovska.

Fumaria Adans.

F. officinalis L. Prov. Vidzeme, Kr. Cēsis: Priekuļi (v. 4. Fundorten, lg. z. T. J. Šķipsna); Kr. Madona: Prauliena, Līdere (v. 2. Fundorten), Vestiena (v. 4. Fundorten, lg. z. T. † E. Starcs), Liezere (v. 3. Fundorten, lg. z. T. Cīrulis, z. T. † O. Maulvurfs).

Dicentra Bernh.

† *D. spectabilis* (L.) DC. Prov. Vidzeme, Kr. Madona: Līdere, cult., (v. 2. Fundorten), Gulbene, cult. (lg. A. Delvigs).

Benutzte Literatur.

- Ascherson, P. u. Graebner, P. Synopsis der Mitteleuropäischen Flora, Bd. IV, V. 1. 2.
- Beissner, L., Schelle, E. u. Zabel, H. Handbuch der Laubholz-Benennungen. 1903.
- Danser, B. H. Beitrag zur Kenntnis der Gattung Rumex. (Nederlandsch Kruidkundig Archief, Jhrg. 1925, p. 414—484).
- Danser, B. H. Bijdrage tot de kennis van eenige Polygonaceae (ebenda, Jrg. 1920, p. 208—250).
- Danser, B. H. Contribution à la systématique du Polygonum lapathifolium. Dissert. 1921.
- Danser, B. H. Fünf neue Rumex-Bastarde. (Extr. du Recueil des travaux botaniques néerlandais, Vol. XIX. 1922, p. 293—308).
- Danser, B. H. Über einige Aussatversuche mit Rumexbastarden. (Genetica, VI. 2—3, p. 145—220. 1924).
- Dode, L.-A. Extraits d'une Monographie inédite du genre Populus. 1905.
- Федченко, Б. А. и Флеровъ, А. О. Флора Европейской России. 1910.
- Hegi, G. Illustrierte Flora von Mittel-Europa, Bd. III—IV.
- Jansen, P. en Wachter, W. H. Floristische Aanteekeningen, XIV. (Nederl. Kruidkundig Archief, Jhrg. 1917. p. 229—241).
- Klinge, J. Die Holzgewächse von Est-, Liv- u. Curland. 1883.
- Korrespondenzblatt d. Naturforscher-Vereins zu Riga, I—LX.
- Kupffer, K. R. Der Einfluss des Weltkriegs auf die Pflanzenwelt bei Riga. (Arbeiten der Nat.-Ver. zu Riga, N. F. Heft XIV, 1922).
- Kupffer, K. R. Grundzüge der Pflanzengeographie des Ostbaltischen Gebietes. 1925.
- Lehmann, A. Unsere Gartenzierpflanzen.
- Lehman, E. Dr. Flora von Polnisch-Livland mit Nachtrag. 1895/96.
- Lindman, C. A. M. Svensk Fanerogamflora, ed. II. 1926.
- Ludwig, Dr. A. Verzeichnis der Phanerogamen, die im J. 1917 in Libau gesammelt worden sind. Manuskript.
- Маевский, П. Флора Средней России. Изд. 5., изд. Д. И. Литвиновымъ. 1917.
- Raunkiaer, C. Dansk Ekskursions-Flora. Fjerde Udg. 1922.
- Rechinger, Dr. K. Beitrag zur Kenntnis der Gattung Rumex. (Oesterr. botan. Zeitschrift, 1891. Nr. 12. u. 1892. Nr. 1—2. p. 1—10).
- Rechinger, K. H. (fil.) Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung Rumex, I. (Beihefte zum Botan. Centralblatt., Bd. XLIX, 1932, Abt. II. Heft 1.).
- Rehder, A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs hardy in North America. 1927.
- Richter, K. u. Gürke, M. Plantae Europaeae, vol. I—II.
- Schneider, C. K. Illustriertes Handbuch d. Laubholzkunde, Bd. I. 1904—1906.
- Сырейщиковъ, Д. П. Иллюстрированная Флора Московской губ. I—IV Москва.

Ziņojumi par Latvijas divdīglapaino augu izplatību un formām.

I.

Salicaceae — *Papaveraceae* (ieskaitot).

K. Starcs.

Minētais raksts uzskatāms kā turpinājums agrāk iespiestam ziņojumam par kailsēkļiem un viendīglapainiem augiem un aptver divdīglapaino augu pirmo daļu.

Ar * apzīmētas sugas, paveidi un formas, kopskaitā ap 284, cik tālu man zināms, jaunas Latvijas florai. Ar † apzīmētās sugas un formas — kultūraugi. No ārzemēm ievazātie augi apzīmēti īpaši.

Darbs veikts ar Kultūras fonda atbalstu, par ko šeit izsaku sirsnīgāko pateicību.

Turpinājums sekos pa dzimtām, augu dabiskās sistēmas kārtībā.

Über die Kreuz- und Selbstbefruchtung der Pflanzen.

Ein blütenbiologischer Beitrag.

Edv. Jansons.

Inhaltsübersicht.

I.

Historisches zur Fragestellung aus der Blütenbiologie der vordarwinischen Zeit.

1. Eine exakte Fragestellung in der Blütenbiologie erst nach der Klärung der Sexualität der Pflanzen möglich. Camerarius: das blütenbiologische Material; Methode.

2. Kölreuter: Kreuzung als Methode und genetisches Material als dessen Ergebnis. Pflanzenhybriden und ihre Eigenschaften. Das blütenbiologische Material und einige der ersten blütenbiologischen Thesen.

3. Sprengel: Morpho-topographische Analysen der Blüten vom Standpunkte der Bestäubung. Das ökologische Prinzip. Die Methoden. Selbstbefruchtung nicht gewollt. Einiges über die Auffassung der Fremdbestäubung bei Sprengel und Gärtner.

4. Einiges über die biologischen Erkenntnisse auf dem Gebiete der Botanik um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Asexuelle Reproduktion bei den Pflanzen. [Limikarpie, Limianthie, Limiauxie; Limiphyten.].

II.

Die Knight-Darwin'sche Theorie.

1. Einige Formulierungen der Theorie.

2. Darwin's Versuche über die Kreuz- und Selbstbefruchtung und deren Ergebnisse hinsichtlich der Höhe bei 5 Pflanzenarten: *Ipomoea purpurea*, *Mimulus luteus*, *Petunia violacea*, *Nicotiana Tabacum* und *Dianthus caryophyllus* (Tabelle A), nebst kritischen Bemerkungen.

3. Darwin's Versuche über die Selbstbefruchtung, Kreuzung untereinander und Kreuzung mit frischem Stamme und deren Ergebnisse hinsichtlich der Höhe bei 10 Pflanzenarten (Tabelle B), nebst kritischen Bemerkungen über diese und über die Ergebnisse bei sämtlichen 57 Versuchsarten Darwin's.

III.

Versuch einer Analyse des Darwin'schen blütenbiologischen Materials. Fertilität und Befruchtung bei den Blütenpflanzen.

1. Versuchspflanzen Darwin's vom Standpunkte der Systematik. Seine Methode.

2. Die Elemente einer genetischen Interpretation und das Vorwalten der Theorie von der natürlichen Zuchtwahl in der Blütenbiologie bei Darwin.

3. Die von Darwin untersuchten Eigenschaften vom genetischen Standpunkte. Heterostylie.
4. Die Fertilitäts- bzw. Sterilitätserscheinungen bei den Pflanzen in Darwin's Werken.
5. Versuche Darwin's über die Fertilität bei Kreuz- und Selbstbefruchtung der Pflanzen und deren Ergebnisse bei 5 Pflanzenarten (Tabelle C), nebst kritischen Bemerkungen über diese und über die Ergebnisse bei den anderen Arten.
6. Darwin's Schlüsse zu seinen Experimenten über die Fruktifikation der Pflanzen und die Gesamtschlüsse zu seinen blütenbiologischen Experimenten.
7. Befruchtung der Blütenpflanzen.
8. Selbststerilität in der Genetik. Inzucht.

IV.

Selbststerilität in der Blütenbiologie.

1. Revision des Kreuzungsgesetzes. H. Müller's Blumenstatistik.
2. Ueber die Methode bei eigenen Versuchen in den Jahren 1924, 1925 und 1926 in Riga.
3. Versuchsergebnisse bei 158 Arten und Formen, tabellarisch zusammengefasst (Tabelle D).
4. Allgemeines über die Versuche von 1924—1926. Ergebnisse bei einigen, in der Blütenbiologie öfters genannten Pflanzenarten.
5. Blütenbiologische Gruppierung der Versuchsarten (Tabelle E). Dichogamie bei der Einzelblüte und bei der Gesamtheit der Blüten einer Pflanze, ihre Rolle in der Bestäubung.

V.

Abschliessendes.

Benutzte Literatur.

I.

Historisches zur Fragestellung aus der Blütenbiologie der vordarwin'schen Zeit.

1. Eine exakte Fragestellung in der Blütenbiologie ist erst nach der Klärung der Sexualität der Pflanzen möglich. Camerarius: das blütenbiologische Material; Methode.

Es soll hier genügen, nicht weiter als bis Camerarius zurück zu greifen, denn erst nach dem die Sexualität der Pflanzen geklärt ist, werden auch die blütenbiologischen Fragen spruchreif. Unter Berücksichtigung der jeweils angewandten, auch hier ausschlaggebenden Arbeitsmethode soll dann keine eingehendere Erörterung der blütenbiologischen Probleme gegeben werden, sondern nur das für unser Thema und für einige historische Zurechtstellung mehr oder weniger Wichtige.

Camerarius, neben einigen englischen Naturforschern (wie Grew, J. Ray) Begründer der Lehre von der

Sexualität der Pflanzen (vgl. Sachs, 1860, p. 412 ff.), führt in seinem Werke «Ueber das Geschlecht der Pflanzen» (1694) ein blütenbiologisches Material an, das tatsächlich ohne weiteres als grundlegend in der Blütenbiologie gelten kann. So unterscheidet er, um sich der derzeitigen Ausdrucksweise zu bedienen, monözische (*Zea*, *Ricinus*, *Ambrosia* u. a.) und diözische (*Mercurialis*, *Cannabis*, *Spinacia* u. a.) Pflanzen. Er stellt auch die Frage über Kreuzungen bei Pflanzen auf, nämlich: ob es möglich wäre, eine weibliche Pflanze (wie *Cannabis*) oder die weiblichen Blüten einer Pflanze (wie die von *Ricinus*) mit Pollen artfremden männlichen Pflanze (*Humulus*) bzw. Blüten (*Zea*) zu befruchten, macht aber doch keinen Versuch, dies zu beantworten.

Kastration ist bekanntlich die Methode Camerarius', aber auch Fernisolierung wurde von ihm angewandt.

2. Kölreuter: Kreuzung als Methode und genetisches Material als dessen Ergebnis. Pflanzenhybriden und ihre Eigenschaften. Das blütenbiologische Material und einige der ersten blütenbiologischen Thesen.

J. G. Kölreuter befasst sich eben noch als Bastardforscher mit der Frage über die Sexualität der Pflanzen. Seine «Vorläufige Nachricht von einigen, das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen» (mit Fortsetzungen 1761—1766) enthält also immer noch Ausführungen, dass ein Bastard «durch beyderley Saamen» (durch den männlichen einerseits und durch den weiblichen andererseits) erzeugt wird (pag. 31, 45 u. a.), dass bei einer Hybridisation «eine natürliche Gattung in die andere zu verwandeln» möglich ist (134—135, 165, 198—199 u. a.). Kölreuter aber gelangte zwangsweise, in dem er die Nachkommenschaft von gekreuzten Pflanzen durch mehrere Generationen verfolgt hatte, zu einem ausgeprägten genetischen Material: Eigenschaften, die er stets bei der Analyse und Gruppierung seiner Bastarde hervorhebt, sind ja eigentlich diejenigen, die im Mendelismus später als Dominanz (pag. 49, 134—135, 233 u. a.), oder als Intermediarität (31, 239 u. a.), oder als Ausspaltung der Merkmale (49, 199, 235 u. a.) bezeichnet wurden. Bei ihm aber dienen diese Erscheinungen als Beweis für den erwähnten Gedanken, dass nämlich «beyderley Saamen» an der Bastardzeugung teilnehmen und das eine «Gattungsumwandlung» möglich sei.

An der Hand des *Verbascum*-Bastarde führt Kölreuter treffend folgendes über die allgemeinen Eigenschaften

dieser Pflanzen aus: «es hat bey nahe das Ansehen, als wenn das schnellere Wachsthum, die neuen, gegen den Herbst sich zeigenden Triebe junger Stengel aus der Wurzel sowohl, als aus dem Stamme, und eine längere Dauer der Pflanze mitunter die allgemeineren Eigenschaften der Bastarte zu rechnen wären» (193. Sperrdruck hier und sonst von dem Ref.) Bekanntlich, betrachtete er den Fertilitätsgrad bei den Nachkommen der gekreuzten Pflanzen als Kriterium für die Elternverwandschaft: ist der Bastard «ein botanischer Maulesel,» dann können wir Rückschlüsse machen, dass die Eltern artfremd waren, eine vollständige Fertilität der Bastardpflanzen weist darauf hin, dass die gekreuzten Elternpflanzen als blosse Varietäten zu betrachten sind (31, 118, 238 u. a. Seinerzeit K. R. K u p f f e r hat die Frage als Systematiker eingehender behandelt). Doch nicht nur die Kreuzungssterilität, sondern auch die Selbststerilität (eben bei *Verbascum*) hat K ö l r e u t e r nachgewiesen.

Wir verzichten auf die weiteren Einzelheiten hinsichtlich der Bastarde und wenden uns dem blütenbiologischen Inhalt des Werkes zu.

In einem Abschnitt über die B e s t ä u b u n g s a r t e n der Blumen (pag. 15—28) wird die Bedeutung der Lageverhältnisse der Blütheile bzw. der Blüten gegeneinander, die des Windes, besonders aber die der Insekten bei der Bestäubung der Blumen hervorgehoben.

Die Bestäubung der Stigmate wird «durch eine zu diesem Endzwecke besonders geschickte L a g e, Verbindung und unmittelbare Berührung der Geschlechtstheile untereinander, ohne irgend eine andere fremde oder äussere Beyhülfe, ganz allein und meystentheils bey noch geschlossener Blume vollbracht» (15—16). Die Fälle, die diese, im Sinne der Auto- und Kleistogamie gedeutete Bestäubungsart bekräftigen sollen, sind zwar nicht ganz glücklich gewählt (Gräser, *flores papilionacei*, *flores cruciati*, *Campanula*), dagegen wird ganz treffend die Bedeutung der Lageverhältnisse der Blüten bzw. Blütenstände in der Bestäubung einiger Bäume (wie Birken, Eichen, Buchen, Fichten u. a.) geschildert, nämlich, dass durch die Stellung der männlichen Blüten über die der weiblichen der Bestäubungsvorgang gefördert wird.

Durch den W i n d kommt eine, die Ausstreuung des Samenstaubes fördernde Erschütterung der Blüten, als auch die Hintreibung des Samenstaubes auf das Stigma zustande.

Besonders eingehend wird aber, wie schon erwähnt, die Bedeutung der I n s e k t e n bei der Bestäubung der Blüten

behandelt. Ein uralt bekannter Fall der Entomophilie, der Feigenbaum wird hier erwähnt. Dann führt K ö l r e u t e r weiter aus, dass die Insekten nämlich wegen des Nektars die Blumen besuchen und dann auch die Bestäubung derselben beiläufig bewirken. Der «notdürftige Unterhalt» der Insekten, «dieser kleinen Diener der Natur», sind kleine Tröpfchen eines süssen Saftes, verborgen am Grunde der Blumen. «Es kostet ihnen [den Insekten] einige Mühe und Arbeit, ihn [den Saft] zu sammeln: und bey diesen ihren mannigfaltigen Bewegungen geschieht es eben, dass sie den Saamenstaub, den sie mit den Haaren ihres Körpers, an denen er sich leichtlich anhängt, in grosser Menge aufgefangen, an den Stigmata wieder abstreifen» (20). Allerdings war manches, was die Rolle der Insekten bei der Blütenbestäubung betrifft, schon früher erkannt worden, so von Müller (Sachs 1860, 424) und von dem Schülern Linné's (Loew, 1895, 17 ff.). Bei Kölreuter aber handelt es sich um weitgehende Zusammenfassungen, die auch durch einleuchtende Beispiele bewiesen werden. So ergaben 310 künstlich belegte Blüten von *Hibiscus* 11237 Samen, ebenso viel natürlich, d. h. durch Insekten befruchtete Blüten enthielten in ihren Kapseln 10866 Samen (82).

Es gibt eben solche Blüten, deren Bestäubung weder durch die Lage, noch durch den Wind, einzig aber durch die Tätigkeit der Insekten zu erklären ist. So «bey allen Kürbisgeschlechtern (*Cucurbitaceae*), bey allen Schwerdtellilien (*Iridides*) und bey nicht wenigen Pflanzen aus der Malvenordnung (*Malvaceae*)», wo die Fortpflanzung mit Samen unmöglich ohne Beihilfe der Insekten (Hummeln, Wespen, Fliegen) wäre, und nämlich hier, bei diesen Pflanzen, «ihr gänzlicher Untergang auf den Untergang solchen Insekten endlich gewiss erfolgen müsste» (26). Bei *Oenothera* und *Epilobium* aber kommt noch folgendes zu. Hier reift der Samenstaub bevor die Stigmate reif geworden sind, wenn nun die Stigmate reif werden, ist der Samenstaub schon verdorben oder von den Insekten weggeschleppt. «Es würden also die Stigmate unbelegt bleiben, und folglich keine Befruchtung erfolgen können, wenn die Insekten nicht frischen Saamenstaub von anderen Blumen dahin brächten» (28. Wie ersichtlich, trifft bei Fr. Hildebrand, 1867, pag. 1, die Behauptung nicht ganz zu, dass «wir finden bei Linné, Kölreuter und Anderen die Geschlechtlichkeit der Pflanzen auf experimentellen Wege bewiesenden Naturforschern keine Andeutung davon, dass sie nicht an die Befruchtung aller Zwitterblüten mit ihrem eigenen Staube geglaubt,» desgleichen auch, pag. 2, nicht zu, dass

die Anteilnahme der Insekten bei der Befruchtung dichogamen Blüten von Sprengel entdeckt sei,—davon spricht schon K ö l r e u t e r).

Hier möchten wir noch erwähnen, dass, veranlasst durch eine, von Grafen B a b t i s t a d a l L a v o l a in Florenz im Jahre 1764 publizierte Dissertation, K ö l r e u t e r die Reizbewegungen der Blütenteile an mehreren Pflanzenarten (*Centaurea*-Arten, *Cactus*, *Helianthemum*, *Hyssopus*, *Bignonia radi-cans*, *Martynia annua* u. a.) nachprüfte und bestätigen konnte, dass diese Bewegungen von grosser Bedeutung bei der Bestäubung dieser Pflanzen sind (245 ff.).

Es ist also klar, dass eine Reihe von wichtigen Problemen der Blütenbiologie bei K ö l r e u t e r angeschnitten ist, dass er ihr Ausmass und ihre enge Verknüpfung mit den Problemen der Bastardforschung angedeutet hat. Seine Übersicht der Bestäubungsarten ist ja eine blütenbiologische Theorie, seine Ausführungen über die Bedeutung der Lage der Blütenteile bzw. der Blüten ist eine morpho-topographische Blütenanalyse vom blütenbiologischen Standpunkte aus. Durch eine Reihe von Tatsachen werden in seinem Werke diejenigen Erscheinungen verdeutlicht, die später Autogamie, oder Allogamie bzw. Dichogamie genannt wurden. Klassisch in der Blütenbiologie (und in der Genetik) sind die Versuchsarten K ö l r e u t e r's geworden, nämlich die aus den Gattungen *Nicotiana*, *Hyoscyamus*, *Datura*, *Hibiscus*, *Aquilegia*, *Verbascum*, *Dianthus*, desgleichen auch die Bewertung der Fertilität durch die Anzahl von produzierten Samen.

K ö l r e u t e r also ist einer der Begründer der Blütenbiologie, und zwar vor Sprengel. Die Nachwirkungen seiner Arbeit meint man selbst bei D a r w i n zu spüren.

3. Sprengel: Morpho-topographische Analysen der Blüten vom Standpunkte der Bestäubung. Das ökologische Prinzip. Die Methoden. Selbstbefruchtung nicht gewollt. Einiges über die Auffassung der Fremdbestäubung bei Sprengel und Gärtner.

C h r. C. S p r e n g e l's Werk «Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen» (1793) hat rein blütenbiologischen Charakter. Nach den Ausführungen K ö l r e u t e r's ist das aber keine prinzipielle Lösung der Frage mehr, wenn S p r e n g e l beweist, dass die Insekten wegen ihres Nektars die Blumen umfliegen und beiläufig auch dann die Bestäubung bewirken (I, 9,14 u. a.), dass viele der Blüten nur mit Beihilfe der Insekten bestäubt werden können (I, 16, 17 u. a.). Keine Entdeckung ist es

nach, weiter, wenn Sprengel uns die Dichogamie vorführt (I, 26 ff.), in dem gerade dieselbe Gattung *Epilobium* genannt wird, die in demselben Zusammenhange schon bei Kölreuter angeführt ist. Neu ist aber die ausführliche Uebersicht über beinahe 500 Pflanzenarten vom Standpunkte der Bestäubung dieser Arten durch Insekten. Diese Uebersicht mündet dann in einer Blumentheorie über den Bau der Blüten, über die Blütenfarben u. a. m. ein.

Bekanntlich wird in Sprengel's Werke eine Reihe von Besonderheiten beschrieben, die diejenigen Blüten kennzeichnet, die durch Insekten bestäubt werden, so Saftdrüsen, Saftbehälter, Schutzeinrichtungen für den Nektar gegen Regen (Saftdecken), eine Reihe solcher Eigentümlichkeiten, die das Auffinden sowohl der Blüten selbst, als auch des Nektars in der Blüte ermöglichen (wie Farbe, Geruch, Saftmal). Auch die Dichogamie, die von Sprengel schon als protandrische und protogynische erkannt wurde, gehört letztenendes hierher.

Der Nektar wird, z. B., in der Struktur solcher Blüten «wenigstens zunächst um der Insekten willen abgesondert» (I, 9 u. a.), die Farbe der Blütenkrone «dient dazu, dass die mit einer solcher Krone versehenen Blumen den ihrer Nahrung wegen in der Luft umherschwärmenden Insekten als Saftbehältnisse schon von weiten in die Augen fallen» (I, 9, 24, 44 u. a.). Das Gleiche ist von dem Duft zu schliessen. — Falls die Nektardrüsen rings um den Fruchtknoten angelegt sind, dann «hat das Saftmal eine ringförmige Gestalt und führt das Insekt im Kreise herum» (I, 25), damit die Ausbeutung des Nektars vollständig wäre. Gegen Regen wird der Nektar durch Haare und Wolle, durch Zerschlitzung der Kronblätter, durch Ausbildung einer Lippe an der Krone oben, durch eine Irregularität im Blütenbau überhaupt, durch besondere Saftdecken, durch eine herabhängende Stellung der Blüten u. a. m. geschützt.

Auch eine kurzgefasste Uebersicht über die anemophilen Blütenstrukturen gibt Sprengel (I, 40—44) und weist auf die von ihm erkannten Eigentümlichkeiten dieser Blüten hin (haarige Narbe, leichter Blütenstaub im Menge), welche die Anemophilie treffend kennzeichnen.

Eine weitere Stufe ist dann der Nachweis von speziellen, an bestimmte Insektenarten angepassten Blütenstrukturen. Man liest bei Sprengel über die *Salvia pratensis*-Blüte: «überhaupt ist es wahrscheinlich, dass die Natur bloss die Hummeln und zwar die grössten Arten derselben zur Befruchtung der Blume bestimmt und im Bau der letzten hierauf Rücksicht genommen habe» (I, 77). Solche Blüten können

also nur durch entsprechende Insektenarten bestäubt werden, dagegen andere Insekten «entweder zu dumm sind, um zu wissen, wo der Saft verstecken ist und wie sie zu demselben gelangen können, oder zu klein, als dass sie beym Hineinkriechen die Antheren und das Stigma berühren sollten» (I, 29). Bezeichnend wird von der Vernunft, ja sogar vom Vergnügen der Insekten während des Bestäubungsprozesses noch an anderen Stellen des Werkes gesprochen (z. B. I, 75). Erwähnt sei, dass der in der Blütenbiologie oft erwähnte Hebelmechanismus bei *Salvia*-Blüten schon von Sprengel beschrieben ist.

Hier also sind die Fragen über die Intelligenz der Insekten und über deren Einfluss auf die Blütenstrukturen, also über die formativen Reize aufgestellt.

Was die Frage der Intelligenz bei den Insekten betrifft, so sei hier nur erwähnt, dass die Untersuchungen von K. v. Fritsch, Fr. Knoll u. a., die vom Standpunkte der Sinnesphysiologie durchgeführt wurden, die Fähigkeiten bei Insekten zur Unterscheidung von Geruchs- und Farbenkomplexen bewiesen haben. Während des Umfliegens kommt eine osmotische bzw. optische Bindung des Insektes an die Blütenart zustande, und diese Bindung führt dann den Bestäuber von Blüte zur Blüte (Vgl. K. v. Fritsch, 66, 84 u. a.; Fr. Knoll, 1926, 585 ff.; 1931, 886 ff.).

Der Einfluss des Insektes auf die Ausbildung der Blütenstruktur wird bei *Lamium album* geschildert.

Die Hummel soll hier den Nektar nicht umsonst verzehren, sondern als Gegengabe die Bestäubung der Blüte durchführen. «Zu diesem Ende ist es zwar nöthig, dass die blühenden Antheren in der jüngeren Blume eben diejenige Stelle einnehmen, welches das blühende Stigma in der älteren erhält, damit die Hummel sowohl jene, als diese mit eben demselben Theil ihres haarigen Körpers berühre; weil aber sie nicht von verschiedenen Seiten, sondern nur von einer Seite, und jedesmal auf die nämliche Art in die Blume hineinkriecht, so ist es nicht nöthig, dass die Antheren und das Stigma eine in Ansehung der Achse der Röhre reglamässige Stellung haben, sondern diejenige, welche die schicklichste ist. Daher biegen sich die Filamente und der Griffel ausserhalb der Röhre von der Achse ab und nach der vordersten Seite zu.» (I, 52—53). So kommt eine der Irregularitäten der Blüte zustande. Die anderen Irregularitätsfaktoren sind dann auch Infloreszenz und das Bedürfnis den Nektarschutz gegen Regen zu erzielen.

In diesen, und auch in anderen Fällen, werden von Sprengel die blütenbiologischen Erscheinungen als Zweck und Mittel zusammengeflochten. Dadurch wird die Grundlage einer ökologischen Blütenbiologie geschaffen. «Endziel der ökologischen Beschreibung eines Naturkörpers ist der exakte Nachweis des Zweckes seiner sämtlichen Merkmale», sagt A. Günthart (1910, 147). Aber «je mehr wir uns diesem Ziele nähern, um so deutlicher erkennen wir, dass wir es nie erreichen werden, denn immer klarer zeigen sich uns auch diejenigen Merkmale, die sich auf Grund des gesetzten Zweckes nicht verstehen lassen, die zwecklos oder sogar zweckwidrig sind. Die ökologische Beschreibung macht nun Halt, überlässt diese Merkmale als «Organisationsmerkmale» der Systematik, die gerade mit Hilfe derselben die natürliche Verwandtschaft der Formen zu bestimmen übernimmt». Die Blütenbiologie gerät aber während des ganzen neunzehnten Jahrhunderts in das ökologische Fahrwasser, ja es herrscht die ökologische Auffassung hier auch zur Zeit.

Der eben zitierte Autor macht in seiner Kruziferenstudie einen Versuch, die blütenbiologischen Erscheinungen durch physikalisch-kausale bzw. entwicklungsmechanische Prinzipien zu erklären, und gelangt dann zur Einteilung der Blütenmerkmale in aktive und passive. Die Blütenform wird durch die ersteren Merkmale bestimmt, und bei den Kruziferen sind diese: der Kelch, das Fehlen von medianen Blättern im äusseren Staminalkreis und die Querschnittentwicklung des Fruchtknotens. Dagegen sind hier passive und also von den ebengenannten aktiven in ihrer Entwicklung abhängige Merkmale das Nektarium, die Krone und das Androeceum, sämtlich gerade blütenbiologisch wichtige Merkmale.

Uebereinstimmend mit Günthart betont auch Goebel, dass die Verbreitung der dorsiventralen Blüten bei den hoch entwickelten Angiospermen deshalb noch nicht als eine Anpassung zum Bestäubungsmodus betrachtet werden kann, dass, z. B., bei diesen Pflanzen die Bestäubung mit Beihilfe der Tiere überwiegend ist. Bei vielen Dikotylen ist von Bedeutung das zweifächerige Gynaeceum, das so gestellt ist, «dass man die Blüte nur durch eine Ebene symmetrisch teilen kann» (Goebel, I, 1928, 381). Also eine entwicklungsmechanisch bedingte Irregularität.

Auch bei Sprengel finden wir Ausführungen wie folgt: «da die Blume nicht ihrer selbst, sondern der Frucht wegen da ist», soll auch die Lage der Blüte von der der Frucht abgeleitet werden. «Und man muss nicht so schliessen, die

Frucht hat diese oder jene Stellung, weil die Blume dieselben haben musste, sondern umgekehrt, die Blume hat diese oder jene Stellung, damit die Frucht dieselben haben könne» (I, 45). Es ist aber nicht zu bezweifeln, dass hier ein Zweckmässigkeitsgedanke, nicht eine physikalisch-kausale Auffassung leitend ist.

Was die Methode Sprengel's betrifft, so war sie nicht Kreuzung oder künstliche Befruchtung: Sprengel beobachtete die blütenbiologischen Ereignisse in der Natur, er wollte die Natur selbst an der Tat ertappen. «Wer sich also Blumen aus dem Gärten und vom Felde holen lässt, und sie auf seinem Studienzimmer untersucht, der wird keineswegs den Plan der Natur im Bau derselben entdecken. Man muss vielmehr die Blumen an ihrem natürlichen Standort untersuchen und besonders darauf Achtung geben, ob sie von Insekten, und von welchen Insekten sie besucht werden, wie sich diese verhalten, in dem sie in die Blume hineinkriechen und ihren Saft verzehren, ob sie die Antheren und das Stigma Berühren, ob sie irgend eine Veränderung in Ansehung irgend eines Theils der Blumen hervorbringen etc. Kurz, man muss die Natur auf der That zu ertappen suchen» (I, 32). Doch wurden die Blüten auch in Tüten eingehüllt.

Man sieht ja, dass in diesem Arbeitsprogramm eines Blütenbiologen die Rede allein von der Tätigkeit der Insekten ist, die nämlich vom ökologischen Standpunkte aus am meisten ausgiebig ist. Die Selbstbefruchtung wird, obwohl ihm bekannt, sehr wenig erörtert.

Dem Wesen nach nicht fremd für die ökologische Auffassung in der Blütenbiologie ist auch der Gedanke Sprengel's, dass «scheint die Natur es nicht haben zu wollen, dass irgend eine Blume durch ihren eigentlichen Staub befruchtet werden solle» (I, 56). Die in der Natur vorkommende Getrenntgeschlechtlichkeit der Blüten, die von Sprengel erkannte Dichogamie bei den hermaphroditischen Blüten, ein Fall mit *Hemerocallis fulva*, einer Pflanze, die nach der Selbstbestäubung nicht ansetzte, u. a. m. galten ihm als Beweise für den eben genannten Satz.

Gleich wie das ökologische Prinzip, ist auch dieser Satz von der Blütenbiologie des neunzehnten Jahrhunderts zu eigen gemacht worden, bekannt aber als Knight-Darwin'sche Theorie.

Wir übergehen jetzt aber gänzlich den auf dem Gebiete der Botanik durch viele anatomische und physiologische Forschungen gekennzeichneten Anfang des neunzehnten Jahr-

hundreds, wenn auch Ergebnisse dieser Forschungen oft in das Gebiet der Blütenbiologie tief eingreifen (s. näheres bei Loew, 1895, p. 57 ff.), desgleichen auch die namhaften Pflanzenhybridologen der ersten Hälfte des Jahrhunderts, die stets als solche auch gegolten haben. Nur die Ansichten C. F. Gärtner's über die Selbst- und Fremdbestäubung seien hier noch vermerkt: Gärtner, nämlich, fand, dass eine Pflanze mit Pollen eines anderen Pflanzenstocks von derselben Art besser und vollständiger als mit eigenen Pollen befruchtet wird, und hat auch die Selbststerilität bei einigen Pflanzen (so bei *Passiflora*, *Lobelia*, *Fuchsia*) beobachtet. Als Fremdbestäubung werden von ihm jedoch nur diejenigen Fälle anerkannt, wo artfremder Pollen da ist (bei Loew, 1895, 79). Solche Auffassung ist bei einem Hybridologen auch verständlich. Ein Blütenbiologe aber wie Sprengel will dagegen sogar jede der drei Bestäubungsräume in der *Iris*-Blüte als selbstständige Blüte auffassen, wodurch die Befruchtung von Raum zu Raum beinahe einer Fremdbefruchtung gleichkommen soll (Sprengel, I, p. 92).

Bevor wir nun auf die Knight-Darwin'sche Theorie näher eingehen, wollen wir uns an einige wichtige biologische Erkenntnisse um die Mitte des Jahrhunderts, also um Darwin's Zeit erinnern, die irgendwie in Beziehung zu den blütenbiologischen Fragen stehen.

4. Einiges über die biologischen Erkenntnisse auf dem Gebiete der Botanik um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Asexuelle Reproduktion bei den Pflanzen. [Limikarpie, Limianthie, Limiauxie; Limiphyten.]

1849—1850 erschien eine Arbeit von Alexander Braun: «Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur», wo gerade die Pflanzenwelt besonders behandelt und die Bedeutung des Sprosses in der Fortpflanzung betont wird. — Um 1856 erschienen die Untersuchungen Jordan's über die Kleinarten (*pétites espèces*). Hier wurde der Begriff der Kleinart begründet und die Konstanz dieser Art befürwortet, wurde also die reine Linie angedeutet. — Ein wenig späteren Datums ist der Begriff Nägeli's über die Modifikationen (1865), so auch die Veröffentlichungen G. Mendel's (1866), diese letzten also, wo die ersten Gesetze der Genetik aufgestellt wurden. In die Mitte des Jahrhunderts gehören auch die Forschungen Hoffmeister's über die Archegoniaten. Diese Forschungen lagen jedoch ziemlich abseits von

der Blütenbiologie, während in den anderen eben genannten Untersuchungen Fragen behandelt wurden, die ziemlich nahe Beziehungen zu dem Gebiete der Blütenbiologie haben, z. B., die Frage über den Spross.

Von A. Braun selbst wurde schon darauf hingewiesen, unter welchen Umständen eine Vermehrung durch Spross gefördert wird und in welchen ökologischen Pflanzengruppen dieser Modus der asexuellen Fortpflanzung zu Hause ist.

«Die Sprossbildung giebt der Pflanze die Mittel, sich an die verschiedenartigsten Verhältnisse anzuschmiegen, in Perioden anhaltender Kälte und Hitze, Nässe und Trockenheit, wie sie das Klima mit sich bringt, auszu-dauern und vor dem Untergang in allen Fällen vereitelter Samenbildung zu schützen» (zitiert bei Loew, 1895, 82). So ist dann die asexuelle Vermehrung bei den Wasserpflanzen zu treffen (*Littorella lacustris* wuchert kräftig durch seitliche Ausläufer am Boden des Schwarzwaldsees, gelangt niemals zum Blühen unter Wasser, blüht also nur in den trockensten Jahren, wie sie kaum ir. Jahrzehnten wiederkehren, wenn die Pflanze also durch Rücktritt des Wassers trockengelegt wird), dann auch bei Nemoralpflanzen (*Asperula ororata*). Des weiteren «die bekannte Erscheinung, dass im höheren Norden und auf den Alpen die einjährigen Pflanzen fast ganz verschwinden, verdient hier gleichfalls angeführt zu werden». Die Blütenpflanzen sind hier typische Hapaxanthem (Hier bei bemerkt, dass die zirkumpolaren *Koenigia islandica* und *Sagina saginoides* einjährig sind). Und zuletzt: «von besonderer Beudeutsamkeit endlich ist die Sprossbildung für die Bastardpflanzen, welche in der Regel nur durch natürlich oder künstlich abgelegte Sprosse erhalten und vermehrt werden können. Die häufige Erfahrung, dass Bastarde ein oder zweijähriger Pflanzen, z. B., die Bastarde aus der Gattung *Verbascum* (und *Oenothera*) durch fortgesetzte Sprossbildung aus dem alten Stocke eine vieljährige Dauer bekommen, ist ein sprechender Beweis für das Eintreten der Sprossbildung in Fällen erschwerter oder unmöglicher Fortpflanzung durch Samen» (bei Loew, 1895, 83). Die Knollenbildung bei Bastardpflanzen wurde schon von Köllreuter beobachtet.

Auch Darwin, besonders in seiner «The Variation of Animals and Plants under Domestication» (1868) hat die Frage behandelt, nämlich auch die «Unfruchtbarkeit in Folge der excessiven Entwicklung des Wehstums oder Vegetationsorgane». Diese Erscheinung tritt bei den Pflanzen ein,

die «aus irgend welchen Ursachen zu üppig wachsen und Blätter, Stämme, Ausläufer, Ableger, Knollen, Zwiebeln u. s. w. im Excesse produzieren». Es seien hier in ganzer Kürze die von Darwin in ebenenanntem Werke angeführten diesbezüglichen Tatsachen erwähnt. Europäische Gemüsearten tragen unter dem heissen Klima Indiens die Samen nur dann, wenn ihr Wachstum aufgehalten wird (nach Ingle-dew). Das gleiche gilt von Bastardpflanzen von *Mirabilis* (Lecoq). Kräftig wachsendes Zuckerrohr in Westindien, Malaga, Indien, Cochinchina und malayischen Archipel produziert niemals Samen (Hooker u. a.), desgleichen *Convolvulus batates* in China (Fortune), in gewisser Ausdehnung auch die gemeine Kartoffel, dann *Agave vivipara* in Indien (Royle). Was nun die Ursache dieser Erscheinung betrifft, so führt Darwin folgendes aus. «Whether in these cases, as in those of double flowers and seedless fruit, sexual sterility from changed conditions of life is the primary cause which leads to the excessive development of the organs of vegetation, is doubtful; though some evidence might be advanced in favour of this view. It is perhaps a more probable view that plants which propagate themselves largely by one method, namely by buds, have not sufficient vital power or organised matter for the other method of sexual generation» (The Variation, II, 1921, 153). Die Frage, ob einfach auch auf die Dauer fortgesetzte vegetative Vermehrung an sich zur Rückbildung der Sexualreproduktion führen könnte, und zwar unabhängig von irgend welcher excessiver Entwicklung vegetativer Vermehrungsorgane (Senker, Läufer, Knollen u. a.), bleibt bei Darwin offen. Die Vermehrung auf diese Weise ist aber bekannt auch bei vielen alpinen Pflanzen (z. B. gewisse *Poa*- und *Festuca*-Arten auf bergigen Weiden, nach Bentham), bei arktischen Pflanzen (Wahlenberg), bei mehreren amerikanischen Bäumen in Marschländern oder in dichten Wäldern (Kalm), bei *Hedera helix* im Norden Schwedens und Russlands (Bromfield), bei *Acorus Calamus*, eine weitverbreitete Pflanze, die aber selten Früchte zeitigt (Bromfield, Lindley, Vaucher), bei *Hypericum calycinum*, die in England sich reichlich durch Rhizome fortpflanzt, blüht profus, setzt aber keine Samen an, auch die in Darwin's Garten künstlich befruchteten Pflanzen nicht, weiter bei *Lysimachia nummularia*, die nur selten Samenkapseln produziert (Decaisne, der noch ähnliches von Moosen und Flechten in der Nähe von Paris anführte), bei *Carex rigida*, dessen Samen in Schottland, Lappland, Grönland, Deutschland und Newhampshire häufig nicht reift (Tucker-

man), bei *Vinca minor*, welche sich durch Ausläufer verbreitet, aber in England kaum je Früchte produzieren soll (Smith), bei *Jussieua grandiflora*, eine im südlichen Frankreich naturalisierte Pflanze, die sich durch Rhizome verbreitet, niemals aber fruchtbare Samen produziert (Planchon), bei *Cochlearia armoracia* (Darwin, Caspary), bei *Ranunculus Ficaria* (Darwin, Crocker, Vaucher, Clos, Chatin). Zuletzt auch «some kinds of mosses and lichens have never been seen to fructify in France» (The Variation, II, 1921, 153—155). Soweit Darwin.

Goebel betont eben, dass «bei Wasserpflanzen vielfach die Blütenbildung ganz unterdrückt und durch vegetative Sprossbildung ersetzt ist» (1893, 10, 361). Ausser der *Littorella lacustris*, einer in diesem Zusammenhange schon von A. Braun angeführten Pflanze, erwähnt dann Goebel noch *Hippuris vulgaris* und Tiefwasserformen, aber auch die in seichtem und rasch fliessendem Wasser wachsenden Formen von *Nuphar luteum*, die nicht oder doch nur selten zur Blütenbildung gelangen, während die Vegetationsorgane üppig ausgebildet sind. Unter den Sporenpflanzen bei *Marsilia quadrifolia* und anderen Arten, die vom Ufer aus grössere Wasserflächen überziehen, bleiben die üppigen Sprosse steril. *Riccia natans* und *R. fluitans*, beide wuchern stark als Schwimmpflanzen, bringen Geschlechtsorgane nur auf dem Lande hervor. Die ganze Geschlechtsgeneration kann bei *Isoëtes* unterdrückt worden: bei dieser Pflanze brachten die Blätter, statt auf ihrer Basis Sporangien zu tragen, junge Pflanze hervor (Goebel, 1893, p. 369—370).

Goebel erklärt diese Verkümmerserscheinungen der sexuellen Reproduktion durch Einwirkung zweier Faktoren, nämlich durch die Korrelation und durch das Licht. Hier können wir aber nicht auf die Frage über den Einfluss der ökologischen Faktoren auf die Sexualorgane der Pflanzen näher eingehen; beiläufig wird davon noch erwähnt. Experimentelle Untersuchungen (nämlich auch über den Einfluss des Lichtes) hat schon J. Sachs begonnen (1863; vgl. auch seine Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen, 1865, 33—38); Klebs, Goebel u. a. m. folgten ihm. Doch einiges noch zur Frage der Korrelation.

Das Nichtfunktionieren bzw. die Rückbildung der Geschlechtsorgane bei den Pflanzen steht also in korrelativer Beziehung zu dem üppigen vegetativen Wachstum der Pflanze. Musterbeispiel sind die Gartenpflanzen mit gefüllten Blüten, die auch Darwin erwähnt (The Variation, II, 1921, p. 151—152). Nach Goebel vermehrt sich die gefülltblütige

Cardamine pratensis bei München auf den Wiesen massenhaft durch Brutknospen. *Lachenalia luteola* setzt die Samen nicht an, *Cochlearia armoracea* setzt keimungsfähige Samen nur selten an, auch *Ranunculus Ficaria* produziert die Samen nur selten, fast gar nicht aber *Lilium candidum*. Bei *Lilium* unterbleibt die Ansetzung deshalb, weil die Nährstoffe, die dazu verwendet werden sollen, nach den Zwiebeln abströmen (Goebel, 1928, I, p. 566). Eine Verminderung der Sexualreproduktion ist auch bei *Dentaria bulbifera*, *Dicranum scoparium* u. a. Pflanzen im Zusammenhange mit der kräftigeren vegetativen Fortpflanzung zu beobachten. — A. B. Stout nimmt gegen das sog. Kompensationsgesetz Darwin's bzw. Korrelationstheorie Goebel's Stellung. An der Hand von eigenen Beobachtungen und Versuchen, bei denen an vielen *Lilium*-Arten (*regale*, *bulbiferum*, *croceum*, *elegans* u. a.) Kapseln und Samen erzielt wurden, führt er aus, dass «the principal conditions limiting seed production in the lilies is that of incompatibility»... «In lilies the bulb habit of growth does not in the least affect seed production. To obtain seed one must either grow self-compatible plants or grow strains that are cross-compatible. When this is done, seed in abundance may readily be obtained except in the relatively few cases of impotence from intersexes or hybridity» (Stout, 1922, p. 372, 373). Also eine pollenphysiologische Frage.

Korrelativ gebunden ist die Rückbildung der Sexualreproduktion auch mit dem Uebergang der Pflanzen von der Einjährigkeit zum Ausdauern. Entsprechende Tatsachen bietet das arktisch-alpine Gebiet dar. Eine Reihe von Forschern (Bonnier u. Flahault, Kerner, Warming, Heer, Schroeter u. a.) bestätigen dieses durch Angaben über die stufenweise Abnahme der einjährigen Arten mit zunehmendem Breitengrad bzw. Höhe, aber wie schon erwähnt wurde, die typische Blütenpflanzen sind ja Hapaxanthem. So findet man, nach Schroeter, in den Alpen unter 263 Nivalpflanzen nur 11, also 4, 18% einmal fruchtende (Schroeter, 1962). Die Zunahme der vegetativen Fortpflanzung in den Alpenwiesen (*frigidiprata*) gehört zu der üblichen pflanzengeographischen Charakteristik dieser Wiesen (Hayek, 171—172). Nach Warming, weist die Flora von Grönland nördlich von 73° keine einzige spontane einjährige Pflanzenart auf, 1% solcher zwischen 73°—71°, 2% zwischen 71°—67°, 3% zwischen 67°—64°, 4,1% zwischen 64°—62° und 5% zwischen 62°—60° (bei Schroeter, 1962—1963).

Wir sehen also, es gibt in bestimmten Klimazonen oder unter bestimmten ökologischen Verhältnissen stets einen grösseren oder geringeren Prozentsatz von Pflanzenarten, bei denen gerade die vegetative Fortpflanzung dominierend, ja sogar die einzige ist. Abgesehen von den alpinen und arktischen, möchte ich noch die Randzone des Areals vieler Arten nennen. So blüht zwar im Ostbaltischen Gebiete die schon oben erwähnte Kalme (*Acorus Calamus*), entwickelt aber die Früchte nicht, ähnlich wie das im ausgedehnten Gebieten am Rande des Areals dieser Art überhaupt der Fall ist, während diese Pflanze auch hier in Reinbeständen recht häufig ist. *Lysimachia Nummularia*, eine im Gebiete eben häufige Pflanze, ist nur selten fruchtend aufgefunden worden (Zämelis, 1931, p. 122). Nach Gagnepain (1926), soll trockene und sonnige Standorte als treffend für diese Pflanze gelten, an solchen fehlt es auch im Gebiete nicht. — Die seit 1872 in das Gebiete eingeschleppte *Helodea canadensis* wuchert in zusagenden Gewässern ausserordentlich, es ist aber bekannt, dass in Europa von dieser Pflanze nur die weiblichen Exemplaren zu treffen sind. *Sium erectum* ist im westlichen Teile des Gebietes zu finden, nicht aber blühend konstatiert. Viel ausgeprägter sind aber die Fälle mit Moosen. Zwei südliche Arten, *Cinclidotus danubicus*, die einen Standort in den Stromschnellen der Daugava (Düna) hat, und *Fissidens crassipes*, die wahrscheinlich in Flüssen des Südtiles im Gebiete nicht selten ist, fruktifizieren schon als Wasserpflanzen hier nicht (Malta, Skuja, 1928, 51 ff.; Malta, 1930, 87). Die von vielen Standorten bekannte *Barbula convoluta* fruchtet gewöhnlich, aber im Norden des Gebietes, in silurischen Alvares ist oft steril. Eine Reihe von anderen, im Gebiete mehr oder weniger verbreiteten, doch hier in der Randzone ihres Areals wachsenden Moosarten sind entweder als steril bekannt, wie *Leucobryum glaucum* (fruktiziert nur im Bereiche der Inseln des Baltischen Meeres), *Grimmia Hartmannii*, *Isopterygium depressum*, *Rhynchostegiella compacta*, *Pterygynandrum filiforme*, *Dicranum longirostre*, *D. viride* u. a., oder man findet sie nur selten fruchtend, wie, z. B., die über das ganze Gebiet verbreiteten *Encalypta contorta*, *Hypnum arenatum*, *Anomodon attenuatus* (Malta, 1930)¹⁾.

¹⁾ Aus den eben angeführten Tatsachen ist zu ersehen, dass ein Florengebiet Pflanzenarten enthält, die, erstens, hier eine Grenzzone der sexuellen Fortpflanzung, wollen wir sagen eine Zone der Limikarpie erreichen; zweitens, auch Pflanzenarten, die im Gebiete zwar noch blühen, nicht aber die Früchten ausreifen können, die hier ihre Zone

Wir können also sagen, in dem wir diese Ausführungen abschliessen, dass die vegetative Fortpflanzung bei den Pflanzen nicht selten ist, dass der Ausbildung der Sexualorgane bei den Pflanzen nicht stets eine Sexualreproduktion folgt und, andererseits, die Sexualreproduktion nicht so allgemein in der Pflanzenwelt ist, wie es auf Grund der Ausbildung dieser Organe zu schliessen wäre. Für den Spezialfall der Sexualreproduktion durch die Kreuzbefruchtung trifft das eben Gesagte bei weitem noch mehr zu, wie es auch unsere, weiter geschilderten Versuche beweisen mögen.

II.

Die Knight-Darwin'sche Theorie.

1. Einige Formulierungen der Theorie.

Wie erwähnt, schrieb schon Sprengel (1793): ... «die Natur scheint es nicht haben zu wollen, dass irgend eine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werden solle» (I, p. 56). Wenige Jahre später wurde von dem langjährigen Präses der Londoner Gartengesellschaft, Th. A. Knight ausgesagt (1799): «Nature intended that a sexual intercourse should take place between neighbouring plants of the same species» (zitiert bei Darwin, Cross-

der Limianthie haben; und zuletzt auch Pflanzenarten, die im Gebiete nur noch ihre vegetativen Funktionen zu verrichten imstande sind, und für diese letztere Arten kann das Gebiet als Zone der Limiauxie gelten. Was nun die Arten selbst betrifft, dann können wir sie als limikarpe, limianthe bzw. limiauxe für das Gebiet benennen, alle aber sind sie Limiphyten des Gebietes. Indem wir dieses, dem Wesen nach mehr pflanzengeographisches als blütenbiologisches Thema einer andrer Arbeit über die Limiphyten vorbehalten, wollen wir nun noch folgendes hinzufügen. Alle diese Pflanzenarten, also Limiphyten, zerfallen nach den klimatischen, edaphischen, zytologischen u. a. Gesichtspunkten in einzelne Gruppen. Falls die geographische Ausbreitung einer Pflanzenart von den klimatischen Faktoren bedingt wird, können wir, so im Ostbaltischen Gebiet, von atlantischen, arktischen u. dgl. Limiphyten sprechen, falls ein Insekt auf das Zustandekommen der Fruktifikation bestimmend auswirkt, liegt ein Fall der entomologisch bedingter Limikarpie vor uns (wie, z. B., *Aconitum Lycoctonum*, *Trifolium pratense* u. a.). Es ist auch einleuchtend, dass das Ausmass der geographischen Ausbreitung noch über die Zone der Limikarpie bezeichnend für den relativen Wert der Sexualreproduktion im Vergleich zu der vegetativen Fortpflanzung bei der betreffenden Art ist. So, um nochmals zur schon öfters genannten Kalme zurück zu kehren: das sehr weite Gebiet der Limikarpie veranlasst ja gleich zu vermuten, dass nämlich die vegetative Fortpflanzung bei dieser Art am wichtigsten ist. — Die in dieser Arbeit behandelten Fällen der Fruktifikation dürften auch als Limikarpie gelten.

and Self-Fertilization, 1916, p. 7.), und dass «no plant self-fertilizes itself for a perpetuity of generations» (zit. bei Darwin, On the Agency of Bees in the Fertilization of Papilionaceous Flowers). Als Pflanzenhybridolog, hatte Th. A. Knight viele diesbezügliche Beobachtungen gemacht. — In gleichem Sinne haben sich auch Bestardforscher, wie Kölreuter (1811), Herbert (1837, in der Monographie über Amaryllidaceen), C. F. Gärtner (1849) u. a. geäußert. Unter den Zeitgenossen Darwin's wurde das Problem von Fr. Hildebrand viel behandelt und wie folgt formuliert: «Es gibt keine mit Geschlechtsorganen versehene Pflanze, welche sich fortwährend nur durch Selbstbefruchtung fortpflanzen kann, bei allen ist Fremdbestäubung möglich; bei den meisten ist die Selbstbefruchtung durch besondere Einrichtungen vermieden, sogar unmöglich, oder doch wenigstens unvorteilhaft, und nur Fremdbestäubung kann hier statt haben, findet wirklich statt und hat guten Erfolg» (1867, 5).

Wir unterlassen dann manch andere Formulierungen, die stets mehr oder weniger übereinstimmend mit der eben angeführten abgefasst sind. Der italienische Blütenbiolog Fr. Delpino spricht von einem «lege di dichogamia» (1868) und fasst dieses Gesetz als ein Prinzip auf, zu dessen Verwirklichung verschiedene morphologische Mittel angewandt werden (vgl. Loew, 1895, 274 ff.). Zur Zeit wird dann auch nicht selten einfach von einem »Kreuzungsgesetz« gesprochen.

Bei Darwin können wir die Anfänge dieser These bis zu seinen «Fundamenten» zurückverfolgen. In «Essay» vom Jahre 1844 liest man betreffs der Kreuzungen bei Tieren und Pflanzen folgendes: «Bei Pflanzen werden sich die Rassen nicht mit derselben Freiheit vermischen wie bei landlebenden Tieren; immerhin finden, dank wunderbarer verschiedenartiger Vorrichtungen, auch dort Kreuzungen in überraschender Fülle statt. Solche Vorrichtungen existieren in der Tat bei so vielen hermaphroditischen Blüten, bei denen die Möglichkeit zu einer gelegentlichen Selbstbefruchtung gegeben wäre, dass ich nicht umhin kann, mit Knight zu vermuten, dass der Reproduktionsvorgang wenigstens von Zeit zu Zeit das Zusammenwirken zweier getrennter Individuen erfordert». (Die Fundamente, deutsche Uebersetzung, 1911, 108). Vorläufig sei bemerkt, dass hier nämlich von den Rassenkreuzungen die Rede zu sein scheint.

Bei weitem bestimmter betont und formuliert ist dieser Gedanke in den Veröffentlichungen Darwin's, und zwar

schon in den ersteren, wie «On the Agency of Bees in the Fertilization of Papilionaceous Flowers» (1858) und in «The Origin of Species» (1859). Was die erstgenannte betrifft, so vgl. man das oben angeführte. In «Origin» kommt Darwin schon auf «a general law of nature that no organic being fertilizes itself for a perpetuity of generations» zu sprechen (vgl. mit den oben über Knight gesagten! D. R.), und dass «a cross with another individual is occasionally—perhaps at long intervals of time — indispensable» (The Origin, 1891, 71). — Dann weiter in «The Various Contrivances by which Orchids are Fertilized by Insects» (1862) ist schon die Rede von einer Zurückschreckung der Natur vor beständiger Selbstbefruchtung. In Anbetracht des hohen Wertes, den der Saamenstaub der Orchideen besitzt und der Sorgfalt, die auf seine und die Organisation der accessorischen Blütenteile verwendet worden ist, wäre die Selbstbefruchtung ein bei weitem sichererer Prozess als die Uebertragung des Pollens von einer Blüte zur anderen. «Unless we bear in mind the good effects which have been proved to follow in most cases from cross-fertilization, it is an astonishing fact that the flowers of the Orchideae should not have been regularly self-fertilized. It apparently demonstrates that there must be something injurious in this latter process, of which fact I have elsewhere given direct proof. It is hardly an exaggeration to say that Nature tells us, in the most emphatic manner, that she abhors perpetual self-fertilization» (The Various Contrivances, 1899, 293).

Bei Orchidazeen wäre also die Selbstbefruchtung laut Darwin eine seltene Erscheinung und unter den vielen, in Darwin's Werk beschriebenen Orchideengattungen und -arten ist dies der Fall nur bei *Ophrys apifera* und *Cephalanthera grandiflora*. Die letztgenannte Art bestäubt sich auch mit eigenen Pollen nur teilweise und die produzierten Samen werden dann auch mangelhaft entwickelt: die Samen aus 4 Kapseln der unbedeckten, also allogamen Pflanzen wogen 1,5 Gran, während solche aus abenso vielen Kapseln der bedeckten, also selbstbefruchteten Pflanzen nicht mal 1 Gran wogen; eine Probe von 40 Samen enthielt bei unbedeckten 4 schlecht und unvollkommen entwickelte, bei den bedeckten Pflanzen aber 27, d. h. beinahe 7 mal so viel (Various Contrivances, 84—85).

Es sei noch eines aus diesem Werke erwähnt, nämlich die Betrachtungen Darwin's über die Beschaffenheit der Nektarien bei *Orchis morio*, *pyramidalis* und *maculata* einerseits und bei *Gymnadenia conopsea*, *G. albida*, *Platanthera bifolia*,

chlorantha und *viridis* andererseits, und ihre Beziehung zum Bestäubungsvorgang. Bei den erstgenannten *Orchis*-Arten wird der Saft auch zwischen die innere und äussere Membran des Nektariums abgesondert, bei den letztgenannten Arten aber nicht. Daher wird ein nektarsaugendes Insekt bei den ersteren aufgehalten, um die innere Membran an mehreren Stellen durchzustechen und dadurch zur vollständigen Ausbeute des Nektars zu gelangen; bei den letzteren Arten geschieht die Nektarsaugung ohne einen solchen Aufenthalt. Jetzt nun weiter. Bei den *Orchis*-Arten wird die hier abgesonderte klebrige, das Pollinium an den Rüssel des Insektes befestigende Masse nur allmählich zäh und binnen nur einiger wenigen Minuten hart; hier also ist ein Aufenthalt des Insektes von Nutzen, um das Pollinium sicher ankleben lassen; die genannten *Gymnadenia*- und *Platanthera*-Arten sondern aber eine sogleich genügend klebrige Masse ab, und hier wäre daher auch ein Aufenthalt des Insektes während des Nektareinsammelns nutzlos. «If this double relation is accidental, it is a fortunate accident for the plants; but I cannot believe it to be so, and it appears to me of the most wonderful cases of adaptation which has ever been recorded» (Various Contrivances, 44).

Auch in «The Variations of Animals and Plants under Domestication» (1868) führt Darwin Beweise für «a great law of nature» an, nämlich dass «the crossing of animals and plants which are not closely related to each other is highly beneficial or even necessary, and... interbreeding prolonged during many generations is injurious» (II, 1921, 126). Wenden wir uns aber jetzt dem blütenbiologischen Hauptwerke Darwin's zu, nämlich den «The Effects of Cross- and Self-Fertilization in the Vegetable Kingdom» (1876).

2. Darwin's Versuche über die Kreuz- und Selbstbefruchtung und deren Ergebnisse hinsichtlich der Höhe bei 5 Pflanzenarten: *Ipomoea purpurea*, *Mimulus luteus*, *Petunia violacea*, *Nicotiana Tabacum* und *Dianthus caryophyllus* (Tabelle A), nebst kritischen Bemerkungen.

Um dem Wesen der Darwin'schen Experimente und Ergebnisse in der Blütenbiologie nachzugehen, müssen wir zuerst diejenigen von seinen 57 Versuchsarten herausgreifen, mit denen durch mehrere Generationen experimentiert worden ist. Dies wären dann: *Ipomoea purpurea* mit 10 Generationen, *Mimulus luteus* mit 7 (9), *Petunia violacea* mit 5, *Nicotiana Tabacum* und *Dianthus caryophyllus* mit je 3 Ge-

nerationen. Diese Arten sind ja alle Kultur- bzw. Zierpflanzen; mit den anderen jedoch wurde nur durch eine oder selten auch noch durch 2 Generationen experimentiert, und unter den letzteren findet man auch noch Zierpflanzen, wie *Eschscholtzia californica*, *Lobelia* sp. Es wurde an zwei Sätzen von Pflanzen — an selbstbefruchteten und an gekreuzten, so auch an ihren wieder geselbsteten und gekreuzten Nachkommen die Höhe, das Gewicht, die Fruchtbarkeit, ziemlich oft auch die relative Keimungsschnelligkeit und die relativen Perioden des Blühens, zuletzt auch die konstitutionelle Kraft überhaupt ermittelt, geprüft, zahlenmässig festgelegt und dann untereinander verglichen. Die Kreuz- und Selbstbefruchtung wird von Darwin wie folgt definiert: «Cross-fertilization always means a cross between distinct plants which were raised from seeds and not from cuttings or buds. Self-fertilization always implies that the flowers in question were impregnated with their own pollen» (Cross- and Self-Fertilization, 1916, 10). Die Versuchspflanzen wurden sorgfältig von den Insekten durch ein Netz isoliert und dann einige von den Blüten der Pflanzen mit eigenen, die anderen mit Pollen einer anderen Pflanze befruchtet. Die in dieser Weise erhaltenen Samen wurden alle unter gleichen Bedingungen zur Keimung ausgesetzt, die Keimpflanzen von streng gleichem Alter wurden paarweise, je eine aus dem einem und aus dem andern Satze, in gemeinsamen Topf auf entgegengesetzten Seiten vepflanzt, 6—20 an der Zahl. Die restlichen Keimpflanzen wurden in gleicher Art in grösseren Töpfen oder zuweilen in freies Land in zwei langen Reihen ausgepflanzt. Die genaue Gleichheit von Bodenbeschaffenheit, von Wasserregime u. dgl. in beiden Seiten bzw. Reihen war die weitere, streng eingehaltene Bedingung. «In these cases there was the most severe struggle for life among the crossed seedlings on one side of the pot, and the self-fertilized seedlings on the other side, and between the two lots which grew in competition in the same pot. A vast number soon perished, and the tallest of the survivors on both sides when fully grown were measured. Plants treated in this manner, were subjected to nearly the same conditions as those growing in a state of nature, which have to struggle to maturity in the midst of a host of competitors» (Cross- and Self-Fertilization, 12). Bei folgenden Generationen wurden die Selbstungen und Kreuzungen in jedem Satze der bereits am Anfange abgetrennten (Gen-) Gruppen für sich durchgeführt.

Indem wir auf das erste Kapitel dieses Werkes (Introductory remarks), als auch auf *The Variation*, 1921, II, p. 108

verweisen, verzichten wir auf die Angaben weiterer Einzelheiten der Methode; es sei hier diesbezüglich nur noch erwähnt, dass Insekten also ausgeschlossen wurden und die Befruchtung eine künstliche war.

Wollen wir uns nun die Höhezahlen für die fünf obenerwähnten Versuchsarten ansehen, tabellarisch zusammengefasst. Unsere Tabelle A ist ein Auszug aus Darwin's Tabelle A (pag. 240—243), aber auch manches aus den Versuchsschilderungen ist hier berücksichtigt.

Tabelle A.

Art	Generation und Höhe der Geselbsteten gegen 100 für Gekreuzte									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1. <i>Ipomoea purpurea</i> . . .	76	79	68	86	75	72	81	85	79	54
2. <i>Mimulus luteus</i> . . .	77	50	69	80	(126)	—	(137)	—	—	—
3. <i>Petunia violacea</i> . . .	84	5	(131)	69	61	—	—	—	—	—
4. <i>Nicotiana Tabacum</i> . .	78	96(106)	83(101)	—	—	—	—	—	—	—
5. <i>Dianthus caryophyllus</i> .	86	58	99	—	—	—	—	—	—	—

Die in Klammern gesetzten Zahlen beziehen sich hier auf die hohen (Hero-) Formen. Bei *Mimulus luteus* III ist die erste Zahl von den drei angeführten genommen, die etwa die Mitte hält: 69 aus 75 und 65. Bei dieser Art aber in der IV Generation trat unter den geselbsteten Pflanzen schon die hohe Varietät zutage, und die Höheverhältnissen waren dann wie 100 : 108, während in einem anderen Topfe ohne die hohe Form das Verhältniss 100 : 59 war. Wir führen jedoch die von Darwin selbst angegebene Zahl an 100 : 80. In der VIII und IX Generation wurden bei dieser Art die Angaben der Zahlen unterlassen, da hier eine Kreuzung mit frischem Stamme (fresh stock) vorliegt, wovon weiter die Rede ist.

Die Anzahl der Versuchspflanzen ist wie folgt: *Ipomoea purpurea* 6 gegen 6, IX: 14—14, X: 5—5; *Mimulus luteus*: 10—10; *Petunia violacea* I: 5—5; II: 4—6; III: 8—8; IV: 15—14; V: 22—21; *Nicotiana Tabacum* I: 4—4; II: 9—7; III: 7—7; *Dianthus caryophyllus* I: 6 (?) — 6 (?); II: 2—2; III: 8—8.

Nun sei hier noch erwähnt, dass die zahlenmässigen Ergebnisse bei einer anderen Gruppe der Versuchsarten (*Ipomoea purpurea*, *Digitalis*, *Reseda lutea*, *Viola*, *Limnanthes*, *Petunia* und *Zea*) von Galton kritisch beurteilt worden ist, nämlich mit Berücksichtigung der variationsstatistischen Regeln. Galton fand nämlich, dass bei sieben der angeführten Arten, deren Messungen er untersucht hatte, das Verhältnis zwischen den Höhen der gekreuzten und der selbstbefruchteten Individuen in fünf Fällen innerhalb sehr engen Grenzen schwankt, was ihm doch als «a very remarkable coincidence» erscheint,

dass man, weiter, zweifeln muss, ob man aus diesen wenigen Beobachtungen brauchbare Schlüsse über die Variabilität bei den Pflanzen ziehen kann (dazu wären wenigstens 50 Pflanzenstöcke in jedem der Fälle nötig), gibt aber zu, dass wo es sich um Messungen handelt, die an einigen wenigen der höchsten in Reihen wachsenden Pflanzen (von denen jede Reihe eine Menge Pflanzen enthielt) gemacht worden sind, die gekreuzten Pflanzen die selbstbefruchteten an Höhe übertrafen, «but they do not tell by inference anything about their respective mean values» (bei Darwin, Cross- und Self-Fertilization, 16—18).

Das war nämlich auch Darwin's Verfahren, dass nur einige von den höchsten Pflanzen aus den entgegengesetzten Reihen unter sich verglichen wurden (s. oben).

Wenn wir jetzt unsere Tabelle A besehen, so ergibt sich ziemlich deutlich, dass die gekreuzten Pflanzen überlegen sind. Doch dies unter der Voraussetzung, dass in der Reihe der Geselbststen die Hero, also die hohe Formen ausgeschlossen werden. Solche Formen aber traten bei 4 von 5 in unserer Tabelle angeführten Darwin's Arten auf, bei *Mimulus luteus* sind ihre Höhenzahlen in Klammern eingesetzt. Die Zahlenreihe für jede der Arten besagt aber, dass die Höhe bei den Geselbsteten gleich in der ersten Generation herabfällt, dann aber erfährt sie keine Verminderung mehr, wie das schon B. Henslow vermerkt hat (bei Loew, 1895, 208), nur eine Schwankung. Wenn all dieses unberücksichtigt gelassen wird, muss man zugeben, dass die Nachkommen von gekreuzten Pflanzen was die Höhe betrifft überlegen über die von geselbsteten sind. Eine Tatsache dieser Art wurde dann von Darwin als Beweis zugunsten seiner These aufgefasst.

3. Darwin's Versuche über die Selbstbefruchtung, Kreuzung untereinander und Kreuzung mit frischem Stamme und deren Ergebnisse hinsichtlich der Höhe bei 10 Pflanzenarten (Tabelle B), nebst kritischen Bemerkungen über diese und über die Ergebnisse bei sämtlichen 57 Versuchsarten Darwin's.

Jedoch befriedigte diese, eben geschilderte Versuchsreihe Darwin selbst nicht ganz, und das Kreuzungsverfahren wurde von ihm modifiziert, nämlich, es wurde ein frischer Stamm (fresh stock) eingeführt. In der eben geschilderten Reihe war das Ausgangsmaterial von Anfang an derselbe durch alle Nachkommengenerationen geblieben, deswegen aber erwiesen sich die zuletzt gekreuzten Pflanzen als mehr oder weniger verwandt, sie waren untereinander gekreuzt (intercrossed plants). «The crossed plants thus

became more or less closely inter-related in the later generations; and both lots were subjected in each generation to almost absolutely the same conditions, and to nearly the same conditions in the successive generations». Unter solchen Bedingungen, wenn auch «a cross between plants which are rather closely related and which had been subjected to closely similar conditions, gives during several generations some advantage to the offspring», doch «after a time they may be intercrossed with no advantage whatever to the offspring». Desgleichen erlangen die selbststeten Pflanzen der späteren Generationen, gekreuzt mit untereinander gekreuzten desselben Stammes nur wenig oder gar keinen Vorteil, «although they profited to an extraordinary degree by a cross with a fresh stock» (Cross- and Self-Fertilization, 271—272).

Hier wäre es angebracht zu erwähnen, dass Darwin an mehreren Stellen seines Werkes auch von einer Kreuzung der einzelnen Blüten untereinander an demselben Pflanzenexemplare spricht (pag. 41, 61, 271, 297, 340 u. a.), von der Befruchtung «with pollen from other flowers on the same plants», und dieses Verfahren ist auch in den Versuchen angewendet worden. Dieses Verfahren wird von Darwin als mit einer Selbstbestäubung gleichwertig betrachtet (340. Von Kerner wurde es Geitonogamie genannt und als ein besonderer Fall der Befruchtung aufgefasst). Wir können also folgende Befruchtungsarten in Darwin's Versuchen unterscheiden: Selbstbefruchtung, Befruchtung mit Pollen einer anderen Blüte desselben Pflanzenindividuums, Kreuzung untereinander und Kreuzung mit frischem Stamme. Eine Pflanze vom frischen Stamme ist von derselben Art oder Varietät, die aber an einem anderen, entfernteren Orte und unter andersartigen Bedingungen gewachsen ist und andere Konstitution oder Charaktere erlangt hat.

Als Kreuzung im eigenen Sinne des Wortes wäre dann also diejenige mit dem frischen Stamme zu betrachten.

Die Kreuzung mit frischem Stamme wurde, parallel mit der Selbstung und Kreuzung untereinander bei 12 Arten durchgeführt und die Höhe, das Gewicht und die Fruchtbarkeit in allen drei Reihen der Nachkommenschaft ermittelt. Die Höhezahlen sind in unserer Tabelle B zusammengefasst, die einen Auszug aus der Darwin'schen Tabelle C (pag. 245—252) darstellt, jedoch ist das Zahlenmaterial für einige Arten ergänzt und aus den Versuchsschilderungen entnommen, so für *Brassica oleracea* var. (pag. 98—103) und für *Iberis umbellata* (103—107). Wegelassen sind aber *Primula veris*

mit legitimer und illegitimer Befruchtung, also ein besonderer Fall, und *Pisum sativum* var., da die Angaben über diese Art sehr dürftig sind.

Tabelle B.

Art und Generation	Höhe: gekreuzt	untereinanderer gekreuzt	geselbstet
1. <i>Ipomoea purpurea</i> X	100	78	—
2. <i>Mimulus luteus</i> IX	100	56	52
3. <i>Petunia violacea</i> V	100	108 (104)	66 (63)
4. <i>Nicotiana Tabacum</i> IV	100	—	66 (72)
5. <i>Dianthus caryophyllus</i> IV	100	85	81
6. <i>Brassica oleracea</i> III	100	—	104
6 a. „ „ II	—	100	101,5;91
7. <i>Iberis umbellata</i> III	—	100	86
7 a. „ „ I	100	—	89
8. <i>Eschscholtzia californica</i> II	100	94	109
9. <i>Lathyrus odoratus</i> II	100	—	88
9 a. „ „ I	100	—	80
10. <i>Anagallis collina</i> I	100	—	66

Die Anzahl der zum Vergleich genommenen Pflanzenexemplaren ist hier wie folgt: 1: 19—19; 2: 28—27—19; 3: 21—22—21; 4: 26—26; 5: 16—15—10; 6: 13—12; 6: 13—12; 6-a: 8—8; 7: 30—29; 7-a: 7—7; 8: 19—18—19; 9: 6—6; 9-a: 2—2; 10: 3—3. Die in Klammern gesetzten Zahlen beziehen sich hier auf die im Freien gezogenen Pflanzen; gewöhnlich aber liess man die Pflanzen in Töpfen wachsen. Die Anzahl der Freilandspflanzen: 3: 10—10; 4: 20—20. Zwei nebeneinander gesetzte Zahlen bei *Brassica oleracea* II sind die eine für das erste, die zweite für das zweite Versuchsjahr.

Die Anzahl der verglichenen Exemplaren ist hier also sehr verschieden, manchmal auch grösser als in anderen Serien, gelangt aber doch niemals bis zur Höhe, die von Galton gefordert wurde, nämlich 50, ist bedeutend niedriger. Des weiteren sind auch die Generationen verschieden und uneinheitlich ist das Verfahren bei der Ermittlung der Höhenzahlen. So wurden, z. B., einer Kreuzung mit frischem Stamme gewöhnlich solche Pflanzenexemplare unterworfen, deren Vorfahren in vorigen Versuchsgenerationen selbstbefruchtet waren, anders aber mit *Ipomoea purpurea* (und *Eschscholtzia californica*?), wo die entsprechenden Pflanzen untereinander gekreuzt waren. Desgleichen uneinheitlich war auch die Auswahl der untereinander gekreuzten Partnern. Kurz, man kann das Zahlenmaterial nicht als methodologisch einwandfrei betrachten, und deshalb erlaubten wir uns, die aus der Schilderung der Versuche entnommene Zahlen für

Brassica oleracea und *Iberis umbellata* in unsere Tabelle hinzuzufügen, obwohl Darwin selbst auf diese Zahlen für seine Tabelle C verzichtet hat.

Dem ersten Anschein nach liefern die drei Zahlenkolonnen wirklich einen Beweis, dass die Kreuzung mit frischem Stamme, kurzerhand Kreuzung, günstiger die Höhe der Pflanzen beeinflusst, als die Kreuzung untereinander, diese letztere aber wieder Vorzüge im Vergleich mit der Selbstbefruchtung hat. Wollen wir aber näher auf das Zahlenmaterial eingehen.

Einwandfrei wäre dann die Reihe für *Dianthus caryophyllus* IV, nämlich 100:85:81. Auch bei *Mimulus luteus* verläuft die Reihe gut absinkend: 100:56:52, doch hier ist die hohe Varietät (Hero) bei den geselbsteten Pflanzen eliminiert (von der V Generation angefangen). Gerade das Eliminieren dieser Form bei *Ipomoea purpurea* macht die Reihe dieser Pflanzenart lückenhaft. Man findet dann Zahlen auch in der zweiten bzw. dritten Kolonne, die > 100 sind, so bei *Petunia violacea*, *Brassica oleracea*, *Eschscholtzia californica*. Ob wir hier mit *Heros* zu tun haben, das bleibe dahingestellt, wichtig ist, dass die Zahlenrelationen umgekehrt sind. Und diese auch in der Generationsfolge: bei *Lathyrus odoratus* ist gerade die erste selbstbefruchtete Generation niedriger gegen die gekreuzten Pflanzen (gekr.: ges. = 100:80), nicht die zweite (gekr.: ges. = 100:88), wie es zu erwarten wäre, falls eine fortdauernde Selbstbefruchtung allmählich nachteiliger einwirken soll. Bei *Iberis umbellata* liegen die selbstbefruchteten Pflanzenstöcke niedriger nicht gegen die mit frischem Stamme gekreuzten, sondern gegen die untereinander gekreuzten, zwar sind hier die Generationen verschieden: I als 100:89 und III als 100:86. Wir haben aber einen Fall, wo dies deutlich in derselben Generation hervortritt, nämlich bei *Petunia violacea* V: die Relation untereinander gekreuzt: geselbstet (aus der Tabelle A entnommen) ist gleich wie 100:61, die Relation aber gekreuzt mit frischem Stamme: geselbstet (aus der Tabelle B entnommen) ist gleich wie 100:66. Dieser Fall wird auch von Darwin selbst erwähnt: «The crossed plants exceeded te self-fertilized in height in the ratio of 100 to 66, and in weight as 100 to 23; but this difference, thought so great, is not much greater than that between the intercrossed plants of the same stock in comparison with the self-fertilized plants of the corresponding generation. This case, therefore, seems at first sight opposed to the rule that a cross with a fresh stock is much more beneficial than a cross between individuals of

the same stock» (Cross- and Self-Fertilization, 265). In diesem Falle soll doch die Kreuzung mit frischem Stamme, laut Darwin, das Reproduktionssystem günstiger beeinflussen haben. Es sei dem vorläufig so. Was aber die Höhe betrifft, müssen wir unter den 10 angeführten Pflanzenarten also nur bei *Dianthus caryophyllus* die Zahlenreihe als ausreichend erachten.

Es stellt sich dann folgendes heraus, indem wir nun die Höhezahlen für sämtliche 57 Versuchsarten Darwin's in ganzer Kürze betrachten (vgl. Cross- and Self-Fertilization, 240—252).

Eine bestimmte Gleichheit oder öfters sogar eine Superiorität der Höhe bei den geselbsteten Pflanzen sehen wir bei 10 Arten (in Klammern die Anzahl der zum Vergleich angezogenen Pflanzenexemplare): *Thunbergia alata* (6), *Adonis aestivalis* (4), *Hibiscus africanus* (4), *Bartonia aurea* (8), *Passiflora gracilis* (2), *Apium petroselinum*, *Borago officinalis* (4), *Nolana prostrata* (5), *Primula sinensis* (8) und *Canna Warscewiczii* (34). Bei den 5, in unserer Tabelle A angeführten Arten sehen wir bei den geselbsteten *Dianthus caryophyllus* der I und II Generation eine bestimmte Inferiorität der Höhe, in der dritten Generation sind die Höhen praktisch gleich: gekr.: ges. = 100:99. Unsicher sind hier die beiden Solanazeen, *Petunia violacea* und *Nicotina Tabacum*, wo in der Reihe der Geselbsteten eine hohe Form zum Vorschein kommt, aber ganz unsicher sind *Ipomoea purpurea* und *Mimulus luteus* mit ihren bestimmt auftretenden Hero-Formen. — Ähnlich wie bei *Dianthus caryophyllus* III, also praktisch gleich, sind die Zahlenverhältnisse bei noch 3 Arten: *Viscaria oculata* (15 Pflanzen), *Phaseolus multiflorus* (5) und *Specularia perfoliata* (4). Bei den weiteren 7 Arten sind die geselbsteten Pflanzen entweder in der Höhe gleich bzw. praktisch gleich den gekreuzten, oder teilweise übertreffen sie diese, teilweise sind sie aber niedriger, je nach der Generation oder Versuchsanordnung: *Vandellia nummularifolia* (20, 24 Pflanzen), *Reseda odorata* (18,8), *Lobelia fulgens* (2,23), *Beta vulgaris* (8), *Eschscholtzia californica* (4—48), *Pisum sativum* (4), *Brassica oleracea* (6—13). Insgesamt 25 Arten, die restlichen fallen dann positiv für das Gesetz der Vorteilhaftigkeit der Kreuzung aus, nämlich: *Digitalis purpurea* (16 Pflanzen), *Calceolaria* sp. (1), *Linaria vulgaris* (3), *Verbascum thapsus* (6), *Gesneria pendulina* (8), *Salvia coccinea* (6), *Origanum vulgare* (4), *Iberis umbellata* (7), *Papaver vagum* (15), *Reseda lutea* (24,8), *Viola tricolor* (14), *Delphinium consolida* (16), *Pelargonium zonale* (7), *Tropaeolum minus* (8), *Limnanthes*

Douglasii (16), *Lupinus luteus* (8), *L. pilosus* (2), *Sarothamnus scoparius* (6), *Ononis minutissima* (2), *Clarkia elegans* (4), *Scabiosa atropurpurea* (4), *Lactuca sativa* (7), *Lobelia ramosa* (4,3), *Nemophila insignis* (12), *Cyclamen persicum* (8), *Anagallis collina* (6), *Fagopyrum esculentum* (15), *Zea mays* (15, 10), *Phalaris canariensis* (11, 12), *Lathyrus odoratus* (6,2; s. aber Tabelle B), *Primula veris* (8,3), *Phaseolus vulgaris* (?).

Die Negativen machen 44 v. H. aus. Man kann es daher für angebracht halten, die Interpretation dieser Versuchsergebnisse von einem anderen Standpunkte aus vorzunehmen.

III.

Versuch einer Analyse des Darwin'schen blütenbiologischen Materials. Fertilität und Befruchtung bei den Blütenpflanzen.

1. Versuchspflanzen Darwin's vom Standpunkte der Systematik. Seine Methode.

Darwin's Meinung war, dass «in the case of *Nicotiana*, *Iberis*, the red variety of *Primula*, the common Pea, and perhaps *Anagallis*, the plants which were crossed may be ranked as distinct varieties or sub-varieties of the same species; but with *Ipomoea*, *Mimulus*, *Dianthus*, and *Petunia*, the plants which were crossed differed exclusively in the tint of their flowers; and as a large proportion of the plants raised from the same lot of purchased seeds thus varied, the differences may be estimated as merely individual» (Cross-and Self-Fertilization, 257), Seine Meinung, dass es sich hier um bloss individuelle Verschiedenheiten handelt, wurde, gewiss, durch Hooker's Antwort unterstützt, nämlich, dass die nach Kew zur Kontrolle in mehreren Exemplaren abgeschickten *Mimulus luteus*-Pflanzen tatsächlich zu dieser Art angehören (63). Wir hätten es also mit Individualvariationen resp. Heterozygotie zu tun.

Es wurde schon erwähnt, dass aber sämtliche Arten, mit deren die Versuche während einer längeren Zeit durchgeführt sind, als Kultur- bzw. Zierpflanzen gelten, fast alle aus Amerika eingeführt und in vielen Varietäten bekannt sind. Das letztere wird schon dadurch bewiesen, dass in der Reihe der Geselbsteten die von Darwin so genannten Hero, also hohe Formen hervortraten. So bei *Mimulus luteus* dies war in der vierten, bei *Ipomoea purpurea* in der sechsten Generation der Fall, d. h. gerade bei denjenigen Arten, wo Darwin

nur individuelle Verschiedenheiten vermutete. Statt mit Individualvariationen haben wir es also hier mit Varietät (bzw. Sorten der Gärtner) zu tun. Desgleichen auch bei selbstbefruchteten *Petunia violacea* in der dritten Generation, bei *Nicotiana Tabacum* aber traten gleich vom Anfang an hohe Formen vor (vgl. die Höhenzahlen in Darwin's Tabelle A). Das Hervortreten von Hero, bei Darwin als «a surprising fact» verzeichnet, möchten wir als eine Ausspaltung der hochwüchsigen Varietäten bei Selbstbefruchtung deuten. Nach der Kreuzung mit frischem Stamme verschwanden diese Hero. In beiden ersten Fällen, als auch bei *Nicotiana Tabacum* waren die hohen Formen dazu noch fruchtbarer, also untergruben die Beweiskraft der Experimente auch diesbezüglich. Wir lesen bei Darwin selbst über den Fall mit hohen *Mimulus luteus*-Pflanzen in der Reihe der Geselbsteten: «Owing to the appearance of this tall variety, the comparison of the crossed and self-fertilized plants on the fifth and succeeding generations was rendered unfair, as all the self-fertilized and only a few or none of the crossed plants consisted of it» (Cross- and Self-Fertilization, 67). Es ist auch die Konstanz dieser Form beobachtet worden (s. unten).

Schon allein diese Ausführungen berechtigen uns zu schliessen, dass auch hier, in der Blütenbiologie, die Versuchs- bzw. Beobachtungsobjekte Darwin's eben Varietäten gewesen sind, gleich wie das, z. B., in der Evolutionstheorie der Fall ist. Kein Zweifel, dass hier Arten waren, doch aber Linnæonen, die mehrere Jordanonen enthielten. Anders ausgedrückt, die Versuchsobjekte Darwin's müssen wir als genetisch bunte Populationen betrachten, und was er selbst von *Nicotiana*, *Iberis* und *Primula* sagt, trifft auch für *Mimulus*, *Ipomoea*, *Petunia* und *Dianthus* zu.

Wenn dem so ist, dann müssen wir weiter schliessen, dass in den Versuchen Darwin's eine Hybridisation zwischen verschiedenen Varietäten der genannten Pflanzenarten stattgefunden hat und die künstlich bewirkte Kreuzung dabei eine, schon seit Kölreuter bekannte Methode war. Die Kreuzbefruchtung aber, blütenbiologisch betrachtet, ist eigentlich unberührt geblieben. Darwin's «Cross- and Self-Fertilization» erschien im Jahre 1876, vor zehn Jahren hatte bekanntlich Gregor Mendel eine, auf dieser Methode fundierte Arbeit veröffentlicht, wo die ersten Gesetze der Genetik dargelegt waren. Nach einer inneren, konstitutionell fundierten Grundlage für den angesammelten Tatsachen- und Beobachtungsmaterial strebte auch Darwin, der keineswegs in Verbindung mit Mendel gestanden hatte (Iltis, 140).

2. Die Elemente einer genetischen Interpretation und das Vorwalten der Theorie von der natürlichen Zuchtwahl in der Blütenbiologie bei Darwin.

Ein Universalfaktor im Denken des Schöpfers der Theorie über die «Entstehung der Arten durch natürliche Selektion» ist ja die natürliche Selektion selbst. Doch nicht alles lässt sich durch eine natürliche Selektion erklären. So bewahren die, schon in «Origin of Species» erwähnten Sexualelemente ihre Unabhängigkeit von der natürlichen Selektion, desgleichen geht dann auch die Ausbildung der Fertilität bzw. der Sterilität unabhängig vor sich. Und dieses dessenungeachtet, dass das Reproduktionssystem überhaupt nicht von den Einflüssen der Aussenwelt ausgeschlossen ist. «I have more than once alluded to a large body of facts showing that, when animals and plants are removed from their natural conditions, they are extremely liable to have their reproductive systems variously affected» (The Origin of Species, 1891, 233—234. Leider, habe ich nur den Neudruck der sechsten, ergänzten und korrigierten Ausgabe von diesem Werke, 1872). Ähnlich wird das System auch durch unnatürliche Kreuzung zweier Arten, bei Bastardzeugung affiziert.

Im «Cross- and Self-Fertilization» finden wie ziemlich viel über die Natur bzw. Konstitution der Sexualelemente und über ihre Rolle. So, z. B., in der Zusammenfassung über die Tabelle C: «There is the clearest evidence... that the advantage of a cross depends wholly on the plants differing somewhat in constitution; and that the disadvantages of self-fertilization depend on the two parents, which are combined in the same hermaphrodite flower, having a closely similar constitution» (Cross- and Self-Fertilization, 254).

Aus allem, was in gleichem Sinne gesagt ist, wollen wir nur noch eine Stelle zitieren. Hier werden die Ergebnisse speziell bei *Mimulus*, *Ipomoea*, *Petunia* u. a. behandelt, indem darauf hingewiesen wird, «that it is not the mere crossing of any two individuals which is beneficial to the offspring. The benefit thus derived depends on the plants which are united differing in some manner, and there can hardly be a doubt that it is in the constitution or nature of the sexual elements. Anyhow, it is certain that the differences are not of an external nature, for two plants which resemble each other as closely as the individuals of the same species ever do, profit in the plainest manner when intercrossed, if their progenitors have been exposed during several generations to different

conditions» (Cross- and Self-Fertilization, 270). Derartige konstitutionelle Eigentümlichkeiten bei der Kreuzung «would be variously mingled in each succeeding intercrossed generation, being sometimes augmented, but more commonly neutralised in a greater or less degree, and sometimes revived through reversion; just as we know to be the case with the external characters of crossed species and varieties.» Dagegen, wenn durch mehrere folgende Generationen die Selbstbefruchtung fortgesetzt wird, «this latter important source of some diversity of constitution will have been wholly eliminated» (Cross- and Self-Fertilization, 256—257).

Man sieht aus diesen Zitaten, dass Darwin hier tatsächlich den Gedankengang eines Genetikers eingeschlagen hat: der Schwerpunkt der Ereignisse bei der Kreuzung wird in die Sexualelemente verlegt, dem inneren (genotypischen, wie man zur Zeit sagt) Verlauf entspricht eine äussere (phaenotypische) Parallele. Desgleichen sieht man auch in seinen Ausführungen über die hohen (*Hero*-) Formen und ihre gesteigerte ständige Fruchtbarkeit, über die Blütenfarbe bei dem Nachkommen der geselbsteten und gekreuzten Pflanzen u. a. m. eine Begründung solcher genetischen Begriffe, wie Konstanz, Dominanz, Ausspaltung der Merkmale.

Die *Hero*, die in der Reihe der geselbsteten Pflanzen hervortraten, blieben stets in der Höhe überlegen im Vergleich zu den Nachkommen aus der Kreuzung. So bei *Ipomoea purpurea*. Laut Darwin, soll hier zwar eine Abweichung von dem Normaltypus vorliegen. «It appears therefore that *Hero* and its descendants have varied from the common type, not only in acquiring great power of growth, and increased fertility when subjected to self-fertilization, but in not profiting from a cross with a distinct stock; and this latter fact, if trustworthy, is a unique case, as far as I have observed in all my experiments» (Cross- and Self-Fertilization, 51). Doch stehen die *Hero* von *Ipomoea purpurea* in den Versuchsergebnissen Darwin's nicht allein da: auch die selbstbefruchteten *Mimulus luteus* zeitigten eine solche Form schon in der vierten Generation, und «this particular variety, remarkable for its colouring, largeness of the corolla, and increased height of the whole plant, prevailed in the sixth and all the succeeding self-fertilized generations to the complete exclusion of every other variety» (Cross- and Self-Fertilization, 308).

Es ist möglich, dass hier tatsächlich eine *Gigas*-Form hervorgebracht worden ist, d. h. dass wir es hier mit Polyploidie zu tun haben, wenn auch zytologisch bei *Mimulus* so

eine Form nicht nachgewiesen ist und A. Brožek für *Mimulus cardinalis hort.* nur $2n=16$ angibt (Preslia, XI, 1932, 21).

Was die Blütenfabre betrifft, so gibt Darwin zu, dass auch hier ein Problem für sich vorliegt.

Die hohen *Mimulus* hatten weisse Blüten mit carmoisin-roten Flecken, dagegen ist die gewöhnliche Farbe der *Mimulus*-Blüten bei Darwin gelb und rot punktiert. Gekreuzt mit frischem Stamme (gelbe *Chelsea*-Varietät), ergab diese weissblütige hohe und mit sich selbst höchst fruchtbare Varietät Nachkommen, deren Blüten gelb waren. «The flowers of the plants originally raised from the Chelsea seeds were yellow; and it deserves notice that every one of the twenty-eight seedlings raised from the tall white variety fertilized, without being castrated, with pollen from the Chelsea plants, produced yellow flowers; and this shows how prepotent this colour, which is the natural one of the species, is over the white colour» (Cross- and Self-Fertilization, 75).

Diese im Sinne der Dominanz («prepotent»), als auch Unabhängigkeit der Merkmale gegebene Interpretation über die Blütenfarbe hat Darwin verallgemeinert überhaupt auf die Pflanzenkreuzungen. Bei der Kreuzung verschieferfärbigen Varietäten nicht selten der Fall ist, dass «the colours do not blend, but resemble perfectly those either of the father or mother plant» (Cross- and Self-Fertilization, 105).

An der Hand der Blütenfarbe wird eben ein Fall der Ausspaltung geschildert. Eine, mit frischem Stamme gekreuzte *Dianthus caryophyllus*-Pflanze hatte in der ersten Nachkommengeneration Blütenfarben wie folgt: «only two or three of the London-crossed plants produced dark crimson flowers like those of their fathers, and only a very few of a pale pink like those of their mothers. The great majority had their petals longitudinally and variously striped with the two colours, — the groundwork tint being, however, in some cases darker than that of the mother-plants» (140). Nun aber bekamen alle Pflanzen in der Reihe der Geselbsteten nach mehreren Generationen zuletzt eine für jede Art entsprechende Gleichförmigkeit der Blütenfarbe, so, z. B. *Dianthus caryophyllus* blassrosa, *Petunia violacea* war mit schmutzigen hässlichen fleischfarbenen Ton. «We learn from them that new and slight shades of colour may be quickly and firmly fixed, independently of any selection, if the conditions are kept as nearly uniform as is possible, and no intercrossing be permitted,» so schliesst Darwin die Frage über Blütenfarbe ab (Cross- and Self-Fertilization, 310).

Was ist nun bei Darwin im Sinne der Genetik betont worden? Es ist dies der Gedanke von der Eigentümlichkeit der Konstitution der Sexualelemente einer jeden Art und Rasse, durch die dann der Verlauf des Variierens beeinflusst, ja bestimmt wird, und zwar unabhängig von der natürlichen Selektion. Aus ihr wird dann weiter an der Hand des reichlichen Tatsachenmaterials die Konstanz der neuauftretenden Formen, die Intermediarität der Bastardpflanzen, aber auch die Dominanz und die Ausspaltung der Merkmale, die Unabhängigkeit der Eigenschaften voneinander abgeleitet.

Wir brauchen hier kaum zu erwähnen, dass all dies nichts neues für jene Zeit darstellt, wenn man auch von Mendel's Arbeit absieht, denn die blieb ja unbekannt. Die namhaften Hybridologen der ersten Hälfte des Jahrhunderts, besonders Naudin, hatten dasselbe scharf betont (vgl. auch das von Kölreuter oben gesagte). Selbstverständlich, war Darwin mit diesen Ausführungen der Hybridologen vertraut, gleich wie mit der Ansicht C. F. Gärtner's, dass die Ursache der Sterilität der gekreuzten Pflanzen in der Verschiedenheiten der Reproduktionsorgane zu suchen ist.

Ausgeprägter sogar tritt das Genetische auch in anderen Werken Darwin's hervor: in «The Variations» (1868, zweite Ausgabe 1875, Kap. XV und XIX) und in «The Different Forms of Flowers» (1877, Kap. II: Hybrid Primulas). Trotzdem die Theorie der natürlichen Selektion auch in der Blütenbiologie Darwin's obwaltet: werden solche Tatsachen, die sich nicht im Einklang mit dieser Theorie bringen lassen, und sich als «independently of any selection» erweisen, abseits als «obscure points» gelassen. Die Kreuzung selbst aber war nicht aus dem Bereiche der Theorie auszuschalten, sie musste dagegen der Natur in grossem Ausmasse zugeschrieben werden: gleich wie die Verschiedenheiten der natürlichen Bedingungen, galt auch die Kreuzung als eine Quelle, aus der die für die Theorie unentbehrlichen Variationen flossen. In diesem Sinne war die Kreuzung tatsächlich über die Selbstbefruchtung überlegen. Darwin's Blütenbiologie also ist eine Blütenbiologie der natürlichen Zuchtwahl, seine Theorie der bevorzugten Kreuzung daher eine Hilfstheorie für die Stützung der natürlichen Zuchtwahl, gleich wie das mit der Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl der Fall ist. In einer Stellung der Ringers um Dasein, gleich wie das in der Natur geschehen soll, wurden auch tatsächlich die geselbsteten und die gekreuzten Versuchspflanzen an entgegengesetzten Seiten eines Topfes versetzt.

3. Die von Darwin untersuchten Eigenschaften vom genetischen Standpunkte. Heterostylie.

Darwin untersuchte in seinen blütenbiologischen Experimenten die Höhe der Pflanze, die Blütenfarbe, die Form und Grösse der Blumenkrone, die Blütezeit, die konstitutionelle Kraft der Pflanze, die Heterostylie, die Fruchtbarkeit, also lauter als mendelierend bekannte Eigenschaften. Manche von ihnen sind schon am Anfang des Mendelismus analysiert worden.

So wurde das Längenmass der Erbsenachse schon von Mendel als differierendes Merkmal lang-kurz erkannt, wo «lang» dominant ist (Versuche, 11 ff. In letzter Zeit hat aber H. de Haan (1927) gezeigt, dass die Achsenlänge bei *Pisum* ausserdem auf polymeren Faktoren beruht: er beobachtete bei der Ausspaltung in F_2 eine doppeltrezessive, ausserordentlich hohe, schlanke, etiololierte Form, die auch partenokarpisch war). Mendel wies auch die genetische Natur der Färbung bei Keimblättern, Samenschale, Hülse, Stengel und Blüten nach (Versuche, 10, 27—28). Bekanntlich mendelieren auch die Grösse und Form der Blütenkorolle. Der Pflanze eine konstitutionelle Kraft zu verleihen, um, z. B., gegen Frost zu schützen, eine frühere Blütezeit zu erlangen, ist ja eigentlich ein ganz bestimmter Ziel des angewandten Genetikers und Selektionärs (Baur, 1924, 25—26).

Von besonderer Wichtigkeit aber bei Darwin und in der nachdarwin'schen Blütenbiologie ist die Heterostylie und die Fruchtbarkeit bzw. die Sterilität. Wir wollen deshalb auf diese Eigenschaften näher eingehen.

Heterostylie wurde schon von Sprengel (1793) beschrieben, nämlich der Fall mit Dimorphie bei *Hottonia palustris*. Ein Jahr später beschrieb auch Persoon (1794) die dimorphe Form der Heterostylie bei *Primula acaulis*, *P. inodora* und *P. odora*, in dem eine jede von zwei Formen als besondere Varietät in der Art betrachtet wurde. In demselben Jahre entdeckte Jacquin (1794) auch die trimorphe Heterostylie bei *Oxalis monophylla* und meinte auch, dass eine jede der drei Formen zu einer besonderen Art gehört. Die Frage über die Bedeutung der Heterostylie in der Befruchtungsvorgängen wirft Planchon (1848) auf: «Les fleurs à styles courts mûrissent leurs fruits, et paraissent avoir du pollen, comme celles à styles allongés. Mais ce caractère n'est-il pas lié à quelques particularités physiologiques des organes floraux? N'influe-t-il pas sur le mode de fécondation? Se transmet-il de plante à celles qui provien-

nent de ses graines?» (Zitiert bei Barrois, 39). Darwin gehört zu den ersten, die diese Frage beantwortet haben. Damit wurde die Heterostylie in die Blütenbiologie eingeführt.

In einer speziellen Versuchsreihe weist Darwin (1862) als erster darauf hin, dass der Zweck der Heterostylie eine Verhinderung der Selbstbestäubung ist. Der Gedanke, dass Heterostylie eine Uebergangsform zwischen Hermaphroditismus und Diklinie darstellt, dass man sie also als einen Fall des subdiözischen Hermaphroditismus (Ubisch) betrachten kann, wurde von Anfang an sowohl von Darwin, als auch von einem anderen unter den ersten Forschern der Heterostylie, nämlich von Fr. Hildebrand verworfen. Denn es stellte sich durch die Versuche heraus, dass beide Formen, sowohl die langgriffelige, als auch die kurzgriffelige gleich gut fruktifizierten. Die letzte sogar besser, also gerade umgekehrt, wie es zu erwarten war, falls diese mit den eingeschlechtlichen männlichen Blüten gewissermassen zu analogisieren wäre, wo nämlich die Antheren kräftig entwickelt, der Fruchtknoten aber rückgebildet ist. Anders lagen die Verhältnisse bei legitimer und illegitimer Bestäubung, bzw. bei Kreuz- und Selbstbefruchtung, und zwar im hohen Grade zugunsten der ersteren. Dann äussert sich auch Hildebrand wie folgt: «jedenfalls liegt in diesen dimorphen Blüthen sehr viel, was für das Gesetz der nachtheiligen und deshalb vermiedenen Selbstbefruchtung spricht» (Hildebrand, 41).

Die von Darwin, Scott und Hildebrand erzielten Ergebnisse über die Befruchtung bei den Heterostylen wurden in der nachdarwin'schen Blütenbiologie vollständig akzeptiert, nämlich, «dass Heterostylie im Dienste der Kreuzung steht, weil die wirksamsten Bestäubungen immer diejenigen sind, die sich zwischen den Geschlechtsorganen gleicher Höhenstufe, also getrennter Pflanzenstöcke abspielen» (Kirchner, 1911, 28). Oder, die Heterostylie wird auch als eine Steigerung der Herkogamie aufgefasst: «Soll die Bestäubung der Blüten eines und desselben Stockes — Kerner nennt diesen Vorgang Geitonogamie — vermieden werden und nur noch die Blüten verschiedener Individuen miteinander in Beziehung treten (Xenogamie), so steigert sich die Herkogamie zur Heterostylie» (Neger, 596). Laut diesem Autor, ist die Heterostylie, neben der Herkogamie, ein «besonders raffiniertes Mittel», wie auch im Falle des Fehlens der Dichogamie und Diklinie die Samen doch auf allogamen Wege zu erzeugen.

In «Cross- and Self-Fertilization» spricht Darwin allein nur von zwei heterostylen Arten: *Primula officinalis* und *P. sinensis*. Aus den Angaben über die Befruchtungsergebnisse ist zu entnehmen, dass bei der ersten Art eine legitime Befruchtung grosse Vorteile hinsichtlich der Höhe und der Fruchtbarkeit erbracht hat, bei der zweiten Art eben eine legitime Befruchtung nicht den erwarteten Vorteil erbrachte (Höhe illegitim: legitim = 100 : 100,2) bzw. diese Frage wurde nicht vollständig geklärt, nämlich hinsichtlich der Fruchtbarkeit (Cross- and Self-Fertilization, 225—227).

Eine spezielle Arbeit «The Different Forms of Flowers on Plants of the same Species» (1877) behandelt aber die Heterostylie ausführlich. Hier werden 38 heterostyle Gattungen angegeben (zur Zeit ist ihre Anzahl schon höher). Die hier angeführten Angaben über die Fruktifikation, die teilweise auch von Scott und Hildebrand stammen, sprechen zu sehr für die legitime Befruchtung. So bei *Linum perenne*, *Pulmonaria officinalis* und *Oxalis Regnelli* (nach Hildebrand) ist zuweilen die Fruchtbarkeit, auf Samen und Kapsel gemessen, bei illegitim: legitim wie 0 : 100; sie ist auch bei anderen Arten nicht besonders verschieden, und es gibt nur sehr seltene Ausnahmefälle. (Vgl. die Uebersichtstabelle bei Darwin, 1892, pag. 216. In sehr anschaulicher Weise sind diesbezügliche Tatsachen in einer Tabelle von Brieger, pag. 214—215, zusammengefasst, wo auch die neueren Autoren, wie Ubisch und Ernst, berücksichtigt sind).

Wir wollen diese Arbeit hier nicht eingehender referieren, schon deshalb, weil sie von den Genetikern (wie Correns, E. Lehmann, G. v. Ubisch, Brieger u. a.) stets stark beachtet worden ist. Es ist natürlich, dass der leitende Gedanke Darwin's auch hier derselbe war, nämlich die Vorteilhaftigkeit der Kreuzung. Auch hier werden die Insekten aus der Mitarbeit ausgeschlossen, wenn auch Darwin bemerkt, dass in dem Falle, wenn die Pflanzen «freely fertilized through the agency of insects» werden, dass dann «this is the better and natural plan» (The Different Forms, 207). Auch hier ist die Zahl der Bestäubungen nicht gross: in Darwin's eigenen Versuchen zwischen 3 und 24, nur bei *Pulmonaria angustifolia* 118.

Die Heterostylie führte Darwin in ein Gebiet ein, wo die Theorie der natürlichen Zuchtwahl nur sehr wenig zur Geltung kommen konnte. Die gegen diese Theorie überhaupt erbrachten Einwände wiegen nämlich hier am schwersten.

So die Tatsache, dass es in einer und derselben Gattung Arten gibt, von denen einige, wie *Primula officinalis*, *elatior*, *acaulis*, *sinensis*, *auricula*, *farinosa*, *Sikkimensis*, *cortusoides*, *involucrata* und, nach Scott, noch 27 andere Arten heterostyl, die anderen, wie *P. Scotica*, *verticillata*, *elata*, *molis* und *longiflora*, eben nach Scott, homostyl sind. Ähnliches gilt auch für *Oxalis*, wo nämlich die europäischen Arten nicht heterostyl sind (*Oxalis acetosella* fakultativ auch kleistogam ist). *Hottonia palustris* ist heterostyl, *H. inflata*, nach Torrey, kleistogam. Diese Tatsachen waren schon Darwin bekannt. Bei *Oxalis* und bei *Lythrum* gibt es auch Arten, die sich gedeihlich durch Ausläufer und Knollen vermehren.

Eine schwierige Frage war auch die über die Ausbildung der heterostylen Formen und der Sterilität, wie, z. B., der Tristylie bei *Lythrum Salicaria*, ein Fall, wo «nature has ordained a most complex marriage-arrangement» (The Different Forms, 138). Durch die Gleichstellung der heterostylen Arten mit Artbastarden, so auch der illegitimen Sterilität mit der intraspezifischen Sterilität, wie dies, z. B., in «The Variations» (1921, 166 ff.), aber auch hier (The Different Forms, 242) geschieht, war doch nichts erklärt, einzig aber nur die These von C. F. Gärtner unterstützt: man suche die Ursachen der Sterilität in den Verschiedenheiten der Sexualelemente. Aber «how the sexual elements of heterostyled plants came to differ from what they were whilst the species was homostyled, and how they became co-adapted in two sets of individuals, are very obscure points» (The Different Forms, 265). Denn, wie es oben ausgeführt wurde: wichtig ist die Kreuzung mit frischem Stamme, der eine verschiedene Konstitution hat. Jene Konstitution aber stammt von der Verschiedenheit der Aussenbedingungen. Die heterostylen Formen müssen nahe beisamen, also in ähnlichen Aussenbedingungen wachsen, sonst wäre ja der legitime Weg der Befruchtung erschwert.

Nebenbei bemerkt, wenn Darwin von einer Identität der Heterostylen in der Generalkonstitution spricht (242), aber mit Ausnahme der Reproduktionsorgane, so sind wohl die morphologischen Verschiedenheiten dieser Organe gemeint: die relativen Höhen der Griffel und Antheren, die Grösse der Pollenkörner, ihre Form und Farbe, Beschaffenheit der Narbe. Dann aber auch die physiologischen Verschiedenheiten.

Bei *Linum grandiflorum* wurde die Keimung des Pollens in legitimer und illegitimer Verbindung anatomisch untersucht und daraus ergab sich eine merkwürdige physiologi-

sche Tatsache: man konnte in legitimer Verbindung in einem Falle nach 30, in einem anderen Falle schon nach 18 Stunden viele Pollenschläuche in den Narbengewebe finden; ein dritter Versuch bewies die Keimung des Pollens schon nach 5½ Stunden; dagegen aber zeigten die Pollen illegitim verbunden in zwei Versuchen nach 19 Stunden nur einen Fall von schwach angedeuteter Keimung, und war hier darnach keine Veränderung der Sachlage während 3 Tagen zu vermerken, ein dritter Versuch mit illegitimer Verbindung blieb auch nach 22 Stunden erfolglos (The Different Forms, 87 ff.). Bei *Linum perenne* wurden zwar die Pollenschläuche entwickelt, durchbohrten auch das Narbengewebe nach 8 Stunden, die Blüten aber produzierten keine Samen (93). Dies war «the case the impotence of the pollen-grains on their own stigmas», wovon die Rede auch in anderen Werken Darwin's ist. Erklärt wird dies dadurch, dass «either to the tubes not reaching the ovules, or their not acting properly after reaching them» (93).

Ueberhaupt aber bei heterostylen Formen «the sterility of their illegitimate unions and... of their illegitimate offspring must depend exclusively on the nature of the sexual elements and on their incompatibility for uniting in a particular manner» (The Different Forms, 242—243).

Dieser Begriff der «incompatibility», der von physiologischem Inhalt ist, als auch die anatomischen Nachforschungen führen in die nächste, in die anatomisch-physiologische Stufe der blütenbiologischen Forschung ein, die von Pflanzenphysiologen gefördert wurde. So in diesem Falle die Untersuchungen Tischler's (Flora, 1918) füllten den «incompatibility»-Begriff mit einem mehr materiellem Inhalt: bei *Lythrum Salicaria* ist die Verschiedenheit der Pollengrösse mit einer Verschiedenheit ihrer Inhaltsstoffe, und dann auch mit einer Verschiedenheit in der Keimungsvorgängen verbunden.

Zur Zeit ist die Heterostylie auch genetisch fundiert. Aus der Fülle des diesbezüglichen Materials sei hier nur einiges erwähnt, in dem wir auf die Untersuchungen oben genannter Autoren verweisen.

Im Falle der Dimorphie wird die Heterostylie durch ein Faktorenpaar bestimmt (Bateson and Gregory 1905 bei *Primula sinensis*), jedoch ist dieses später bezweifelt worden (Tschermak, 1923). Es wird dann in diesem und auch in anderen Fällen angenommen (Ernst u. a.), dass mindestens 2 Paare von Allelen anwesend sein müssen, deren Komponenten jedoch meistens absolut untereinander gekoppelt sind. Das dominante Allelenpaar ist Kurzgrifflichkeit

und hohe Stellung der Antheren, das rezessive aber Langgrifflichkeit und niedrige Stellung der Antheren. Versuche wurden zwar mit denselben Arten angestellt, die schon Darwin, Scott und Hildebrand untersucht hatten (*Primula*, *Linum*, *Pulmonaria*, *Fagopyrum*), teils aber auch mit anderen (so mit *Veronica gentianoides*). — Die trimorphe Heterostylie beruht auf mehreren Faktoren: mindestens 2 Paare bei *Lythrum*, 3 bei *Oxalis*. — Bereits Darwin und Scott hatten schon bei den heterostylen Arten auch einzelne homomorphe Pflanzen beobachtet, die mit sich fertil waren, dergleichen hatten sie auch festgestellt, dass die Homomorphie hier erblich war. — Bei *Primula sinensis* sind die Faktoren der Heterostylie zwar mit denen der blauen bzw. schieferblauen Blüten, mit der grünen bzw. roten Narbenfarbe und der Farbe der Stengel und Blattunterseiten gekoppelt, die Untersuchungen aber von Correns haben bei *Veronica gentianoides* nachgewiesen, dass «die Heterostylie mit der Fertilität nichts zu tun hat, dass also Darwin's Gedanke, die Heterostylie wäre zur Verhinderung der Selbstbefruchtung entstanden, nicht das Richtige trifft» (bei U b i s c h, 321). L a i b a c h hat bei *Linum Austriacum* nachgewiesen, dass hier in hohem Masse mit sich selbst fertile und illegitim fertile Linien vorhanden sind.

Heterostylie ist auch einer Modifizierung unter dem Einflusse der Aussenbedingungen unterworfen, nämlich dem Übergange aus einer Form in die andere. Das Modifizieren überhaupt, als auch das saisonsmässige, wurde schon von Darwin beobachtet. Am deutlichsten treten die Modifikationen an denjenigen Arten hervor, wo die Staubgefässe an dem Blütenrohr inseriert sind (*Primula*, *Pulmonaria*), obgleich sie auch bei denjenigen zu beobachten sind, wo die Staubgefässe vom Blütengrunde her kommen (*Linum*, *Fagopyrum*, *Oxalis*, *Lythrum*). Bei den ersteren Pflanzen kommt natürlich eine Veränderung der Antherenstellung durch Hemmung bzw. Förderung des Blütenröhrenwachstums zustande, die Heterostylie wird also entwicklungsmechanisch bedingt. G. v. U b i s c h, sagt übereinstimmend mit Tischler, dass die heterostylen Pflanzen «Hemmungsbildungen im Vergleich zu Nichtheterostylen» darstellen (334). Es gelang Tischler durch Verminderung der Nährzufuhr (Abpflücken von Blättern, Etiolement) bei *Primula obconica* die kurzgriffligen Blüten weniger, die langgriffligen aber mehr heterostyl auszubilden; in gleicher Weise sind auch, nach Gain, die letzten Blüten bei *P. acaulis* und *P. officinalis* modifiziert. — Das Variieren von

Abständen zwischen den Blütenteilen kommt auf verschiedener Weise zustande: es verlängert sich oder verkürzt sich der Griffel, die Antheren werden höher oder tiefer inseriert. Bei *Primula malacoides* wird unter dem Fruchtknoten ein Gewebepolster ausgebildet und dadurch der Griffel nach oben gehoben (U b i s c h). — In seiner Entwicklung geht die Heterostylie durch das Stadium der Homostylie (*Pulmonaria*, *Oxalis*, *Lythrum*). Indessen ist bei *Veronica gentianoides* nachgewiesen worden, dass die Modifikationsfaktoren zwar nicht so verschiedenartig von denen der Heterostylie sind.

Bei der eben genannten *Veronica*-Art, als auch bei *Linum grandiflorum* bleiben die Antheren stets nur in einer Stellung, hier variiert bloss die Stellung des Griffels. Um den verschiedenen Formen der Heterostylie gerecht zu werden, ist eine Präzisierung in den Termini vorgenommen: man spricht von einer dimorph - heterostyl - heterantheren (*Primula*, *Pulmonaria*, *Fagopyrum* u. a.), von einer dimorph-heterostyl-homantheren (*Veronica gentianoides*, *Linum grandiflorum*) und von einer trimorph-heterostyl-heterantheren Heterostylie (*Lythrum salicaria*, *Oxalis*-Arten). (Näheres s. bei B r i e g e r u. a.)

4. Die Fertilitäts-bzw. Sterilitätserscheinungen bei den Pflanzen in Darwin's Werken.

Die Fertilitäts-bzw. Sterilitätserscheinungen im Pflanzenreiche waren zur Darwin's Zeit bereits in grosser Mannigfaltigkeit bekannt, und hier soll nun in ganzer Kürze soweit darüber referiert werden, was bei Darwin zu finden ist, indem vorläufig die eigenen Versuche Darwin's unberücksichtigt bleiben.

Die Bastardforscher (von denen bei Darwin besonders oft C. F. Gärtner genannt wird) hatten bei ihren Artkreuzungen schon vieles über die interspezifische und die Bastard-Sterilität geklärt. Dabei waren die beiden, bei Erforschung dieser Erscheinungen in Frage kommenden Momente, nämlich die Fertilität des Individuums für sich und die Fertilität im Artzyklus, bzw. ihre Erblichkeit, schon berücksichtigt worden. Die Artkreuzungen wiesen Vorteile auf, abgesehen nur von der Fertilität. «That true hybrids raised from entirely distinct species, though they lose in fertility, often gain in size and constitutional vigour, is certain. It would be superfluous to quote any facts; for all experimenters, Kölreuter, Gärtner, Herbert, Sageret, Lecoq, and Naudin, have been struck with the wonderful vigour, height, size, tenacity

of life, precocity, and hardiness of their hybrid productions» (The Variation, II, 111). Hier also geht die Fertilität nicht im Schritt mit den anderen Eigenschaften der Bastarde. Die Fertilitätserscheinungen differieren aber auch für sich.

Schon K ö l r e u t e r hat gezeigt, dass bei einer reziproken Kreuzung von *Mirabilis Jalapa* und *M. longiflora* die Fertilität verschiedenartig ausfällt: die erste Art konnte man mit den Pollen der zweiten befruchten und die Bastardpflanze war fruchtbar, ein umgekehrter Befruchtungsakt aber gelang K ö l r e u t e r auch nach mehr als 200 Versuchen im Laufe von 8 Jahren nicht. Ähnliches mit reziproker Befruchtung wurde auch von T h u r e t bei *Fuci*, von G ä r t n e r bei den Varietäten *Matthiola annua* und *M. glabra* beobachtet; nach G ä r t n e r's Meinung ist diese Erscheinung in einem geringeren Grade ausserordentlich gemein. (Vgl. «The Origin», 227—228). — Die Erscheinungen der Fertilität gehen aber auch darin auseinander, dass eine Pflanzenfamilie Gattungen enthält, deren Arten leicht unter sich kreuzbar sind (wie *Dianthus*), als auch solche, bei denen es nicht gelingt, einen Artbastard zu erzeugen (*Silene*). — Es ist auch kein Parallelismus zwischen der Fertilität bei der ersten Kreuzung und der bei den Bastardpflanzen zu beobachten: man kann zwei reine *Verbascum*-Arten sehr leicht untereinander kreuzen, ihre Bastardpflanzen sind aber ausserordentlich unfruchtbar, die Artbastarde von *Dianthus* werden nur schwerlich erzeugt, sind aber dann sehr fruchtbar. Was die Bastardpflanzen noch betrifft, so sind sie am schwersten unter sich zu befruchten, während die Befruchtung mit einer der Elternpflanzen oder sogar mit einer fremden Art leichter von sich geht; u. a. m.

Samt der interspezifischen wurde auch die generische und die Familiensterilität geklärt. (Vgl. «The Origin», Cap. IX).

Die Kreuzung von Varietäten führte in das Problem über die intraspezifische Sterilität ein. Die Varietäten können sehr leicht untereinander gekreuzt werden, dagegen waren nur wenige Fälle der Sterilität von Varietätsbastarden (sogen. Blendlinge) bekannt. Darwin erwähnt als solche die bei *Zea*, *Verbascum*, *Nicotiana*, Gurken. Die Sachlage mit der Sterilität der Blendlinge wird für die damalige Zeit von Darwin treffend charakterisiert, wenn er sagt, dass «for if even a trace of sterility could be detected, such varieties would at once be raised by almost every naturalist to the rank of distinct species». (The Variation, II, 173). Denn schon seit K ö l r e u t e r wurde die Kreuzungsterilität als Artmerkmal betrachtet. Darwin's diesbezügliche Stel-

lung ist eine kritische. Nämlich, auch was die Arten betrifft «it is certain, on the one hand, that the sterility of various species when crossed is so different in degree and graduates away so insensibly, and, on the other hand, that the fertility of pure species is so easily affected by various circumstances, that for all practical purposes it is most difficult to say where perfect fertility ends and sterility begins». Deshalb auch «neither sterility nor fertility affords any certain distinction between species and varieties» (The Origin, 221). In einer Evolutionstheorie, wo die Varietät als eine werdende Art aufgefasst wird, passt auch solch ein Artkriterium nicht hinein.

Ueber den Einfluss der Domestikation auf die Fertilität der Organismen lassen wir wieder ein Zitat aus Darwin folgen: «Domestication, as a general rule, increases the prolificness of animals and plants. It eliminates the tendency to sterility which is common to species when first taken from a state of nature and crossed» (The Variation, II, 158). Die Gefangenschaft aber setzt die Fertilität bei den Tieren herab.

Die ökologischen Einflüsse auf die Fertilität wurden schon besprochen (I, 4).

Die übereinstimmenden Beobachtungen der Bastardforscher bei den Tieren erbrachten des weiteren ein Zeugnis dafür, dass die auf die Dauer vermiedene Kreuzung mit einer distinkten Form zu den üblen Erscheinungen der zu nahen Inzucht führt, nämlich, «as is generally believed, loss of size, constitutional vigour, and fertility, sometimes accompanied by a tendency to malformation». Es ist aber durchaus nicht leicht zu definieren, was unter «Einzüchten» oder «die zu nahe Inzucht» verstanden werden soll, denn verschiedene Tierarten werden verschieden von demselben Grad der Inzucht beeinflusst (Darwin, The Variation, II, 93). Das trifft auch für die Pflanzen zu, wo also selbstfertile und selbststerile Formen hervortreten.

Was nun die Selbstfertilitätserscheinungen (Darwin's self-impotence, 1868; Loew's adynamandry, 1895; Stou't's self-incompatibility, 1917) bei den Pflanzen betrifft, so wurden sie bei den Bastardforscher schon von Anfang an verzeichnet. Kölreuter kreuzte *Verbascum phoeniceum* mit anderen Arten dieser Gattung und fand dabei Folgendes: «Das seltsamste aber bey allem dem war, dass sich die ♀ durch ihren eigenen Saamenstaub nicht befruchten liess; es war unter einer grossen Menge Blumen, die von Zeit zu Zeit damit bestäubt wurden, nicht eine einzige, die nur die allergeringste

Spur einer darauf erfolgten Befruchtung gezeigt hätte» (Kölreuter, 91—92).

Es wurden also die selbststerilen Arten verzeichnet, dann aber auch manche Bedingungen bzw. Verhältnisse wahrgenommen, bei denen die Selbststerilität hervortrat bzw. nicht zu verzeichnen war.

Von Kölreuter (p. 191—192) stammt auch eine der ersten diesbezüglichen Beobachtungen, nämlich dass die Selbststerilität bei *Verbascum phoeniceum* während der Vegetationsperiode schwankte, zwei Pflanzenstöcke dieser Art aber dagegen den ganzen Sommer mit sich selbst fruchtbar waren.

Das saisonsmässige Variieren der Selbststerilität wurde auch von Darwin beobachtet: *Thunbergia alata* im warmen Gewächshause war zeitig im Jahre selbststeril, produzierte aber in einer späteren Zeit viele spontan selbstbefruchtete Früchte (Cross- and Self-Fertilization, 331), bei *Papaver vagum* war die Selbstfertilität gegen Ende des Sommers eben viel ausgeprägter (p. 358, 366). Zur Zeit wird diese Erscheinung als Pseudofertilität bezeichnet, und hier wird dann Alterspseudofertilität bzw. «end-season pseudo-fertility» (wie die eben angeführten Fälle), Knospenspseudofertilität, beide rein phänotypisch, und noch eine erbliche Pseudofertilität unterschieden (Brieger, 100 ff.). Als eine weitere Form kann auch die durch Erniedrigung der Temperatur hervorgerufene Pseudofertilität gelten, wie bei *Petunia violacea* (Yasuda, 1932).

In der Natur also wird die Selbststerilität der Pflanzen von den geographisch-klimatologischen Bedingungen beeinflusst: *Eschscholtzia californica* ist, nach Fr. Müller, in Brasilien selbststeril, nach Darwin in England selbstfertil (Gewichtsverhältnisse der Samen von gekreuzt: selbstbefruchtet = 100:71), in Deutschland nach Hildebrand wieder weniger selbstfertil ist (100:11). Die aus den Samen der brasilianischen Pflanze von Darwin in England erzogenen Stöcke erwiesen sich als mehr oder weniger selbstfertil, bei ihren Nachkommen war eine Zunahme der Selbstfertilität zu verzeichnen (Cross- und Self-Fertilization, 332—333). Auch *Abutilon Darwinii* ist, nach Fr. Müller, in Brasilien selbststeril, in England im Treibhause mässig mit sich selbst fruchtbar (auch gegen Saisonsende).

Dann war das Variieren der Selbststerilität auch innerhalb der taxonomischen Einheiten für sich, unabhängig von den geographisch-klimatologischen und Saisonsverhältnissen beobachtet worden. Dies zuerst im Rahmen einer Gattung: nach Hildebrand ist *Hypocymum procum-*

bens mit sich selbst ziemlich fruchtbar, *H. grandiflorum* aber ausgeprägt selbststeril. Desgleichen ist nach Beobachtungen dieses Forschers *Corydalis cava* selbststeril (nach Caspary ergaben einige von den selbstbefruchteten Blüten ein wenig Samen), *C. Halleri* nur ein wenig, *C. intermedia* ist aber gar nicht selbststeril, während bei *C. solida* nach Darwin dies wieder der Fall ist. *Papaver alpinum* ist selbststeril, *P. somniferum* vollständig mit sich selbst fruchtbar (H. Hoffmann), *Verbascum phoeniceum* nach Kölreuter und V. nigrum nach Gärtner selbststeril, dagegen *V. thapsus* und *V. lychnitis* vollkommen selbstfertil. In der Gattung *Passiflora* sind die Arten *alata*, *racemosa*, *coerulea*, *laurifolia*, manchmal auch *quadrangularis*, selbststeril (Mowbray, Gärtner, Lecoq, Scott, Darwin, Munro), während *P. gracilis* mit sich selbst fruchtet (Scott); u. a. m. — Zweitens ist das Variieren der Selbststerilität auch innerhalb derselben Art zu verzeichnen, wo einige Exemplare steril, andere dagegen fertil mit sich selbst sein können. Es wurde dies schon von *Verbascum phoeniceum* und *Passiflora quadrangularis* erwähnt. Ähnliches bei *Oncidium crispum*, wo manche Pflanzenstöcke gut mit sich selbst produzierten, andere aber gar nicht (Fr. Müller). Bei sieben zufällig ausgewählten Pflanzen von *Reseda odorata* stellte es sich heraus, dass eine jede von ihnen mit dem Pollen einer jeden anderen aus ihrer Zahl fruchtbar war, nicht aber mit ihrem eigenen Pollen (Cross- and Self-Fertilization, 336). Bei *Passiflora alata* verschwand, nach Munro, die Selbststerilität, nach dem die Pflanze auf eine andere Pflanzenart aufgepfropft worden war. (Dies wurde schon früher, 1865, von Scott beobachtet.) An der Hand der verschiedenartigen Sterilitätsnuancen dieser Art ist dann zu ersehen, «on what small and mysterious causes complete fertility or complete sterility depends» (The Variation, II, 120). Desgleichen produzierten auch *Sorbus*-Arten nach der Pfropfung auf eine andere Pflanzenart zweimal so viel Früchte, aber 3 fertile *Robinia*-Arten wurden nach der Pfropfung steril (Thuin). Bei *Origanum vulgare* wurde eine gewisse Steigerung in der Fertilität durch die Kreuzung der Exemplare erzielt, die von verschiedenen Ausläufern eines und desselben Pflanzenstockes hervorgebracht waren, ähnlich auch bei *Eschscholtzia* (Darwin). — Dass die Selbststerilität auch auf die Bastardpflanzen übergreift, war bereits auch bekannt, so bei *Hippeastrum* (Herbert), *Gladiolus* (Rawson), *Cistus* (Bornet) u. a. (Die eben angeführten älteren Tatsachen sind lauter aus Darwin's Werken entnommen, vgl. The Variation, II, 111—122;

Cross- and Self-Fertilization, 329—340, 357—364; The Origin of Species, Kap. IX.)

Es wäre möglich, noch eine Anzahl von selbsterilen Arten an die ebengenannten anzureihen, so die exotischen Arten der Orchidazeen: *Oncidium*, *Maxillaria*, *Rodriguezia*, *Notylia*, *Burlingtonia* u. a. m., auch aus den Liliazeen und Amaryllidazeen, dann *Lobelia fulgens*, *L. ramosa*, *Senecio cruentus*, *Reseda lutea*, *Lotus corniculatus*, *Vinca major*, *V. rosea* u. a. m., wir verzichten aber hier auf eine solche Aufzählung, indem wir auf die entsprechenden Listen solcher Arten bei Darwin (Cross- and Self-Fertilization, 357—364), Loew (1895, 312—314), Knuth (I, 42—45), in letzter Zeit bei East (1929), Brieger (1930) u. a. hinweisen.

5. Versuche Darwin's über die Fertilität bei Kreuz- und Selbstbefruchtung der Pflanzen und deren Ergebnisse bei 5 Pflanzenarten (Tabelle C), nebst kritischen Bemerkungen über diese und über die Ergebnisse bei den anderen Arten.

Wollen wir nun auf die Fertilitätsergebnisse in Darwin's Versuchen näher eingehen. Wie üblich, wurde die Fertilität an zwei Reihen — einerseits an Selbstbefruchteten, andererseits an Gekreuzten verglichen, indem die Anzahl von produzierten Kapseln und deren Gewicht, als auch die mittlere Zahl der Samen und ihr Gewicht ermittelt wurden. Auch die vitalen Eigenschaften wurden verglichen.

Wir nehmen zuerst wieder unsere fünf Arten aus der Tabelle A, und dies aus denselben, oben angeführten Gründen. Zum Vergleich wird hier die Anzahl von Samen, also die Fruchtbarkeit der Blüten, aber auch deren Gewicht (*kursiv*) gebracht, für gekreuzte Pflanzen zu 100 angenommen.

Tabelle C.

Relative Fruchtbarkeit von Blüten an gekreuzten und selbstbefruchteten Pflanzen, bezogen auf die mittlere Anzahl der Samen in jeder Kapsel oder auf ihr Gewicht. Die Fruchtbarkeit der gekreuzten Blüten zu 100 genommen.

Art	Generation und die Fertilitätszahlen				
	I	II	III	IV	V
1. <i>Ipomoea purpurea</i>	93 ...	— ...	94	... 94	... 107
2. <i>Mimulus luteus</i>	— ...	— ...	65	... 40	... —
3. <i>Petunia violacea</i>	68 ...	— ...	—	... 72 (48)	... —
4. <i>Nicotiana Tabacum</i>	97 ...	110 ...	110	... —	... —
5. <i>Dianthus caryophyllus</i>	65 ...	— ...	97 (125)	... —	... —

Manche von unseren Zahlen sind aus den Versuchsschilderungen Darwin's, nicht aus seiner Tabelle G (Cross- and

Self-Fertilization, 324—325) entnommen, daher auch verschieden. Mancherorts scheint auch bei Darwin ein Versehensfehler vorzuliegen, so ist bei *Dianthus caryophyllus* III die Samenzahl 8,5:10,63, wofür das Verhältnis 100:125, nicht aber 100:127, wie in der Tabelle G, entspricht. Die in Klammern gesetzten Zahlen stehen gegen eine Kreuzung mit frischem Stamme. — Ueber die Anzahl der zum Vergleich angezogenen Blüten und Kapseln lesen wir bei Darwin, dass «the number of the capsules produced and the number of the contained seeds, ought to have been ascertained on a large number of crossed and self-fertilized plants of the same age and treated in every respect alike» (Cross- and Self-Fertilization, 313). Die Anzahl der Kapseln schwankt hier zwischen 6 und 65.

Manchmal wurden alle produzierten Kapseln in den Vergleich einbezogen, wenn auch die Anzahl beiderseits nicht gleich war und von mehreren verschiedenen Pflanzenstöcken stammte (bei *Ipomoea purpurea* I 65 gekreuzte gegen 56 geselbstete Kapseln), manchmal aber wurde eine Auslese der am besten entwickelten Kapseln von einer und derselben Pflanze in gleicher Zahl zum Vergleich gebracht (*Petunia violacea* II waren 6 Kapseln gegen 6, bei I aber 6 gegen 3). Des weiteren wollen wir uns nochmal erinnern, dass bei *Ipomoea purpurea* und *Mimulus luteus* die hohen und höchst selbstfertilen Formen ausgeschlossen wurden. Uebrigens sollen die Bemerkungen zu unseren Tabellen A und B auch hier gelten, weil es sich um dieselbe Versuchsreihe handelt.

Bevor das Tatsachenmaterial besprochen wird, müssen wir vorerst noch Folgendes verzeichnen. Darwin's Verfahren mit seinen Versuchspflanzen war auch das, dass zum Vergleich stets nur Pflanzen einer und derselben Alterstufe angezogen wurden, d. h. die gleichzeitig in beiden Reihen (der Geselbsteten und der Gekreuzten) aufgekeimten Pflanzen. Wenn aber ein Glied einer der Reihe ohne entsprechenden Partner aus der gegenübergestellten Reihe geblieben war, wurde es herausgepflückt und verworfen, desgleichen auch im Falle der Erkrankung eines der Partner. Da die selbstbefruchtete Reihe sich öfters eher zu keimen anschickte, wie das von Darwin selbst vermerkt wird, dürfte nämlich diese Reihe ziemlich häufig auch gelitten haben, indem auf solche Weise gerade die Kräftigeren aus der Reihe ausgeschlossen wurden.

Wenn man nun von allem, was eben kritisch ausgeführt wurde, absieht, dann könnte man wirklich auf eine Herabsetzung der Fertilität in der Reihe der geselbsteten Pflanzen schliessen, die doch nur in der ersten Nachkommengeneration hervortritt, während weiter nur noch Schwankungen, aber

keine laufende Verminderung zu ersehen ist. D. h. also eben dasselbe, wie bei den Höhezahlen.

In D a r w i n's Tabelle D (p. 314—317) wird die Fruchtbarkeit der P f l a n z e n von selbstbefruchteter und von gekreuzter Abstammung bei 23 Arten nach verschiedenen Massstäben (die Anzahl und das Gewicht von Kapseln und von Samen) verglichen. Einige von diesen Arten wurden überhaupt unbedeckt gelassen und deshalb sicher in beiden Sätzen durch Insekten kreuzweise besruchtet, wie das auch von D a r w i n selbst erwähnt wird (Cross- and Self-Fertilization, 317). Jetzt also müssten bei Pflanzen von selbstbefruchteter Herkunft (self-fertilized parentage) die Nachteile der Selbstung aufgehoben werden. Dies scheint tatsächlich der Fall bei *Reseda odorata* und *Papaver vagum* zu sein (Kapseln wie 100:100 bzw. 100:99), nicht aber bei *Viola tricolor* (Kapseln wie 100:10), bei *Petunia violacea* (Gewicht der Kapseln wie 100:86) u. a.

Die Tabelle F bei D a r w i n (p. 322—323) enthält zusammengefasste Daten über die Fertilität der B l ü t e n, in dem als Massstab die mittlere Anzahl von Samen auf die Kapsel genommen wird. Bei 10 von 28 hier angeführten Pflanzenarten weist die Reihe der selbstbefruchteten Zahlen auf, die gleich oder höher als 100 sind, bei 4 weiteren Arten 85 und 92, also nahe 100. Anders gesagt, bei 36% bzw. 50% der Arten sieht man aus der Kreuzung keine Vorteile hinsichtlich der Fertilität.

Das Wichtigste aus der dritten Tabelle G (pag. 324—325) wurde in unserer Tabelle C angeführt, nämlich die Fälle mit mehreren Generationen.

6. Darwin's Schlüsse zu seinen Experimenten über die Fruktifikation der Pflanzen und die Gesamtschlüsse zu seinen blütenbiologischen Experimenten.

Die eigenen Schlüsse D a r w i n's über seine Fruktifikationsgebnisse sind ja auch zurückhaltend. So lesen wir bei ihm in zusammenfassenden Ausführungen über seine Tabellen F und G folgendes: «There is therefore no evidence at present, that the fertility of plants goes on diminishing in successive self-fertilized generations, although there is some rather weak evidence that this does occur with respect to their height or growth». (Vgl. aber das bei unseren Tabellen A und B ausgeführte!). Desgleichen «there is no close correspondence, either in the parent-plants or in the successive generations, between the relative number of seeds produced by the crossed and self-fertilized flowers, and the relative powers of

growth of the seedlings raised from such seeds» (Cross- and Self-Fertilization, 327).

Dies ist aber, gewiss, von der grossen Mannigfaltigkeit in den Fertilitätserscheinungen herzuleiten. Aehnlich wie die Kreuzungssterilität bei den Arten (vgl. oben, III, 4), wird von Darwin auch die Selbststerilität charakterisiert wie folgt: «The degree of infertility of the self-fertilized flowers differs extremely in the different species, and even... in the individuals of the same species, as well as under slightly changed conditions of life. Their fertility ranges from zero to fertility equalling that of the crossed flowers» (Cross- and Self-Fertilization, 326). Ueber die Fertilität der Einzelpflanze in der Art äusserte sich Darwin, veranlasst durch seine eigenen Versuche an *Reseda odorata* (s. oben), als auch durch Feststellungen Hildebrand's und Fr. Müller's, folgendermassen: «We may therefore confidently assert that a self-sterile plant can be fertilized by the pollen of any one out of a thousand or ten thousand individuals of the same species, but not by its own» (Cross- and Self-Fertilization, 347).

Aber bereits von C. F. Gärtner wurde schon eine erbliche, in Artkreuzungen zutage kommende Verschiedenartigkeit der individuellen Fertilität festgestellt.

Nie hat Darwin versucht, irgend ein von ihm bekanntes Sterilitätsphänomen durch die naturliche Zuchtwahl zu erklären. Dann müsste man auch zugeben, dass in der Domestication «similar circumstances should commonly both induce and eliminate the same tendency» (The Variation, II, 173). Oder auch im Falle einer Steigerung der Sterilität «it is... manifestly impossible to select the more sterile individuals, which have already creased to yield seeds; so that this acme of sterility, when the germen alone is affected, cannot have been gained through selection» (The Origin, 232). Deshalb ist auch die Artensterilität weder «through the accumulative action of natural selection» erworben, noch ist diese Eigenschaft «through an act of creation» gegeben, und dann müssen wir schliessen, «that it has arisen incidentally during their (d. h. der Arten) slow formation in connection with other and unknown changes in their organisation» (The Variation, II, 171). Desgleichen kann die Selbsterilität, «this peculiar state of the reproductive system», aus ähnlichen und noch anderen Gründen nicht als allmählich durch die natürliche Zuchtwahl ausgebildet betrachtet werden; «but we must look at it as an incidental result, dependent on the conditions to which the plants have been subjected, like the ordi-

nary sterility caused in the case of animals by confinement, and in the case of plants by too much manure, heat etc». (Cross- and Self-Fertilization, 346).

Hier wäre es auch angebracht, an die Gesamtschlüsse Darwin's zu seinen blütenbiologischen Experimenten überhaupt zu erinnern.

Von seinen blütenbiologischen Experimenten hat Darwin viel erwartet. «I... began a long series of experiments, continued for about ten years, which will I think conclusively show the good effects of crossing two distinct plants of the same variety, and the evil effects of long-continued self-fertilization. A clear light will thus be thrown on such questions, as why flowers are almost invariably constructed so as to permit, or favour, or necessitate the union of two individuals. We shall clearly understand why monoecious and dioecious, — why dichogamous, dimorphic and trimorphic plants exist, and many other such cases», ist in «The Variation», II, p. 108 zu lesen.

Bei Beurteilung der Einzelergebnisse war jedoch Darwin was die Klärung all' dieser Fragen betrifft, ziemlich zurückhaltend, während er in «allgemeinen Resultaten» seines Werkes schon ganz bestimmte Schlüsse macht. «The first and most important of the conclusions which may be drawn from the observations given in this volume, is that generally cross-fertilization is beneficial, and self-fertilization often injurious, at least with the plants on which I experimented. Whether long-continued self-fertilization is injurious to all plants is another and difficult question. The truth of these conclusions is shown by the difference in height, weight, constitutional vigour, and fertility of the offspring from crossed- and self-fertilized flowers, and in the number of seeds produced by the parent-plants.» (Cross- and Self-Fertilization, 439.) Die Kreuzung wird durch verschiedene äussere Hilfsmittel, wie sie schon bei Darwin, dann aber auch bei vielen späteren Blütenbiologen und in Lehr- und Handbüchern (Knoll, Strassburger u. a. m.) übersichtlich aufgezählt werden, gesichert. Wenn es aber scheinen sollte, dass durch diese Mittel die Kreuzbefruchtung nicht genügend gesichert wäre, so brauchen wir doch nicht darüber zu zweifeln: «there are two means for favouring cross-fertilization which are not externally perceptible, namely, self-sterility and the prepotent fertilising influence of pollen from another individual». (Cross- and Self-Fertilisation, 447. Es sei gestattet an dieser Stelle eine abweichende Ausführung aus demselben Werke, pag. 345, zu vermerken, dass «the belief that self-sterility is a quality which

has been gradually acquired for the special purpose of preventing self-fertilization must, I believe, be rejected», und weiter werden dann die Gründe klargestellt, warum diese Annahme unhaltbar ist.)

Es scheint nach Darwin weiter, dass die verschiedenartigsten Verbreitungsanpassungen bei den Samenkörnern (bzw. Früchten) nicht nur zu dem Zwecke entstanden sind, um neue und passende Heimstätten zu finden, sondern auch, um den Individuen die Kreuzungsgelegenheit mit einem frischen Stamme zu geben. (Cross- and Self-Fertilization, 455). Und zuletzt, wenn «the offspring from the union of two distinct individuals, especially if their progenitors have been subjected to very different conditions, have an immense advantage in height, weight, constitutional vigour and fertility over the self-fertilized offspring from one of the same species», dann «this fact is amply sufficient to account for the development of the sexual elements, that is, for the genesis of the two sexes». (Cross- and Self-Fertilization, 467).

Wenden wir uns jetzt wieder den Tatsachen zu.

7. Befruchtung der Blütenpflanzen.

Die phylogenetisch gegebenen Verhältnisse im Falle der Befruchtung bei höheren Pflanzen liegen nun so, dass bei dem Befruchtungsakt *sensu latiore* der männliche Gametophyt, nämlich der Pollenschlauch, zuerst mit dem weiblichen Sporophyt, also mit den Fruchtblättern, bzw. mit der Narbe, dem Griffel und dem Fruchtknoten in Wechselbeziehungen treten muss. Bei *Fungi* fehlt an dieser, sorgen. prägamet Periode (Brieger, 251), während bei den höheren Blütenpflanzen erst nach dem der Befruchtungsakt *sensu stricto*, die Karyogamie, vonstatt gehen kann.

Die Fertilität bzw. die Sterilität ist also schon von den Vorgängen in dieser prägameten Periode abhängig. Als solche wären zu betrachten, angenommen, dass der Pollentransport auf die Narbe schon stattgefunden hat: die Keimung des Pollens auf der Narbe, das Wachstum des Pollenschlauches in dem Leitgewebe des Griffels bis zur Fruchtknotenhöhle und zuletzt das Aufsuchen der Eizelle. Es stellt sich also heraus eine Verknüpfung dieser Probleme mit der Pollenphysiologie.

Hier aber sei nur einiges darüber gesagt, indem wir wieder auf die entsprechende Spezialliteratur und die Zusammenfassungen (wie bei Brieger, 19—54) hinweisen.

Schon Darwin und Hildebrand hatten in ihren Untersuchungen über die heterostylen Pflanzen (s. oben) begonnen die anatomisch-physiologische Seite des

Befruchtungsvorganges zu klären, nämlich in der prägamen Periode; ihnen trat auch Scott bei. Ursache der Sterilität, laut Darwin, kann sein: Nichtkeimung der Pollen auf der Narbe und Nichtentwicklung des Pollenschlauches, dann eine physische Unmöglichkeit für das männliche Element, bis zum Eichen zu gelangen, wie es bei Pflanzen der Fall wäre, deren Pistill zu lang ist, als dass die Pollenschläuche bis zum Ovarium hinabreichen könnten (dies aber ist nicht immer von Bedeutung, da das Wachstum des Pollenschlauches auch auf Kosten der Griffelgewebe verläuft); in anderen Fällen aber kann das männliche Element das weibliche erreichen, ist aber unfähig, die Entwicklung des Embryos zu bewirken, wie das der Fall in Versuchen Thuret's mit Fucoiden zu sein scheint; oder auch das Embryo kann sich zwar zu entwickeln beginnen, geht aber schon in einer frühen Periode zugrunde (The Origin, 232, 233). Als Beispiel für den letzten Fall gelten die Versuche Salter's mit Artkreuzungen bei *Gallus*. — Es sei auch erwähnt, dass die Contabescenz, Nichtausbildung von guten Pollen, schon früher bekannt war (The Variation, II, 144—150).

Dann wurde von Hildebrand (1863) gezeigt, dass bei den Orchidazeen die Entwicklung des, vor der Berührung noch unentwickelten Ovariums durch Pollen angeregt wird; Smith aber hatte die Entwicklung des Ovariums bei der Orchidazee *Bonatea speciosa* durch mechanische Reizung der Narbe hervorgerufen. (The Variation, I, 1921, 424).

Erst später klärte Jost (1905) auch die Keimungsbedingungen des Pollens auf der Narbe auf: es muss also die Nässe vorhanden sein, (es gibt aber auch Fälle, wo die Keimung auf einer trockener Narbe vonstatten geht), als auch entsprechende Stoffe (Lävulose, organische Säuren u. a.). In zahlreichen Untersuchungen über das Wachstum des Pollenschlauches auf künstlichen Substraten, wie auch im Leitgewebe des Griffels ist die blütenbiologisch wichtige Tatsache festgelegt worden, dass die Wachstumsgeschwindigkeit in fertilen Verbindungen eine raschere ist als in sterilen; hier, in dem letzten Falle, kann sich die Wachstumsgeschwindigkeit als nicht genügend erweisen, um die Fruchtknotenöhle zu erreichen, ehe der Griffel abgewelkt ist, wie das nach East und Park bei *Nicotiana Sanderae* der Fall ist. Die Hemmung des Pollenschlauchwachstums in sterilen Verbindungen ist vielfach durch die Wechselwirkung des Pollenschlauches selbst und der Leitgewebe des Griffels bewirkt.

Was das Auffinden der Eizelle betrifft, so werden hier gesonderte, voneinander unabhängige Vorgänge unterschieden: das Wachstum des Pollenschlauches in der Fruchtknotenhöhle bis zur Mikropyle (die phylogenetisch wichtige Chala-zogamie ist in physiologischer Hinsicht noch wenig erforscht), das Eindringen des Pollenschlauches in die Mikropyle und das Vordringen bis zu dem Eiapparat. In diesen Vorgängen ist die Anlockung durch chemotropische Stoffe von Bedeutung. Das Fehlen eines positiven Chemotropismus ist aber nur in der Artkreuzungen beobachtet worden.

Der Befruchtungsvorgang in engerem Sinne, Karyogamie, ist zuerst von Strasburger (1884) bei den höheren Pflanzen beschrieben. Auch hier, in der Karyogamie, können Störungen eintreten, dessen Folge dann Sterilität ist, und auch dieses geschieht vor allem in Artkreuzungen. Des weiteren ist hier auch Plasmogamie möglich, der Keim wird sich dann entwickeln, rückgebildet wird der Spermakern und die Entwicklung wird von dem Eikerne allein geleitet, oder umgekehrt: rückgebildet wird der Eikern, die Entwicklung wird von dem Spermakerne besorgt. In erstem Falle spricht man von einer Gynogenesis (Wilson, 1925), in zweitem von einer Androgenesis (Wilson, 1925), diese beide Fälle aber zu einer Gruppe der Erscheinungen angehören, die unter den Namen einer Monogenesis (Zämelis, 1932) zusammengefasst worden sind.

Hier handelt es sich um induzierte Vorgänge. Das Induzieren wird auch durch die Pollenschläuche schon in der prägamen Phase, nämlich bei Orchidazeen bewirkt. Zuerst wurde dieses von R. Brown (1833) in einem Falle beobachtet, darauf wurde von Hildebrand (1865) bei den Orchidazeen in Deutschland festgestellt, dass einzig nur die Pollenschläuche hier die Entwicklung des Fruchtknotens und der Samenanlagen anregen. Desgleichen auch Treub (1865) hat das festgestellt. Die Reize sind aber weder art-, noch gattungsspezifisch: nach Strassburger (1886) wird die Entwicklung der Samenanlagen bei *Orchis mascula* und *O. morio* durch Pollenschläuchen von *Fritillaria persica* induziert, nach Treub (1883) bei *Liparis latifolia* wird das gleiche durch Insektenlarven ohne jegliche Bestäubung bewirkt. Wie es schon oben ausgeführt wurde, erwähnt Darwin diesbezüglichen Untersuchungen Hildebrand's und bemerkt dazu, wie er es von Hooker erfahren hat, dass Smith die Entwicklung des Ovariums bei *Bonatea speciosa* durch mechanische Reizung der Narbe hervorgerufen hat.

Zur Zeit sind auch diese Erscheinungen der prägamen Phase genetisch analysiert worden. (Die meisten Tatsachen bei Brieger, wo s. auch näheres.)

8. Selbststerilität in der Genetik. Inzucht.

Vom genetischen Standpunkte aus ist die Selbststerilität als auch die Kreuzungssterilität bei einer Reihe von Pflanzenarten erforscht (*Cardamine pratensis*, *Veronica syriaca*, *Nicotiana Sanderae*, *N. Langsdorfii*, *N. alata* u. a. Arten, *Antirrhinum glutinosum*, *A. hispanicum*, *Linaria vulgaris*, *Verbascum phoeniceum*, *Cichorium intybus*, die Fruchtbäume der Gattungen *Prunus* und *Pirus* u. a. m., abgesehen von Heterostylen.) Dann sind diese Untersuchungen auch auf die niedrigere Pflanzen und auf die Tiere ausgedehnt worden. Hier wird also in jedem der Fälle die Frage geklärt, ob die Selbststerilität in Haplonten oder Diplonten auftritt, ob sie phänotypisch oder genotypisch ist, genisch oder plasmatisch, ob sie erblich ist u. a. (vgl. die oben ungeführten Beispiele als auch diejenigen über Heterostylen.)

So gilt es als geklärt, dass Selbststerilität und Selbstfertilität ein mendelierendes Merkmalpaar ist, erstere recessiv, zweite aber dominant (Lehmann, 4). Bei *Veronica syriaca* sind 7 Selbststerilitätsallelen nachgewiesen worden, es sollten aber deren 12 sein. Bei *Nicotiana Sanderae* wurden 15 Sterilitätsallelen festgestellt, bei *Antirrhinum glutinosa* Orghiva müssen von diesen mindestens 28 angenommen werden. Ueberhaupt bilden die Sterilitätsfaktoren multiple Allelen.

Auf Grund seiner Untersuchungen über die Nachkommen zweier gekreuzten *Cardamine pratensis*-Exemplaren stellte Correns (1912) vier Gruppen dieser Nachkommen auf, die untereinander gekreuzt steril bleiben. Hier sollen die Hemmungsstoffe also als Linienstoffe betrachtet werden, die erblich sind und wahrscheinlich auch den Mendel'schen Spaltungsgesetzen unterliegen. (Von Beatus wurde aber später gezeigt, dass *Cardamine* dem sogen. *Veronica syriaca*-Typus angehört). Dass zur Steigerung der Fertilität bei Tauben und Hühnern eine Kreuzung mit «another strain of the same subvariety» notwendig ist, davon spricht auch Darwin, in dem er die Meinung der Züchter dieser Vögel wiedergibt (The Variation, II, 95).

Die von Darwin eben angeführte Tatsache über die Fruktifikation bei sieben *Reseda odorata*-Pflanzen, nämlich, dass hier ein jedes Individuum «can be fertilized by the pol-

len of any one out of a thousand or ten thousand individuals of the same species, but not by its own» (Cross- and Self-Fertilization, 347), wird durch Anwesenheit besonderen Individualstoffe erklärt. Diese Individualstoffe, von Jost (1907) stark verteidigt, sollen solche chemische Verbindungen sein, die nur für ein Individuum charakteristisch sind; sie werden während seiner Entwicklung ausgebildet, verschwinden aber ganz mit seinem Tode.

S. Yasuda weist in mehreren Publikationen (1931—1934) die Anwesenheit spezieller Stoffe nach, so bei *Petunia violacea*, die im Ovarium ausgebildet werden, bis auf die oberen Teile des Griffels hinaufsteigen und das Wachstum des Pollenschlauches hemmen, falls der Pollen von der eigenen Blüte kommt. Eine kühlere Temperatur aber verhindert die Ausbildung dieser Stoffe, deshalb kann auch die Herabsetzung der Temperatur zu einer Pseudofertilität der sonst sterilen Pflanze führen.

Auch die Inzucht, ein wichtiger Punkt in Darwin'schen Blütenbiologie, wie auch überhaupt in der Fertilitätsfragen, hat genetische Grundlage. Die Inzucht, d. h. «eine Fortpflanzung durch Paarung blutverwandter Individuen» (Federly, 2), führt in wenigen Generationen zur Homozygotie, die schon von Darwin verzeichnete Beibehaltung eines und desselben Charakters («retention of character», The Variation, II, 92). Die homozygotischen Faktorenpaare nun können sich entweder als dominant, oder als rezessiv erweisen. «Da rezessive Faktoren in der Regel schädlich sind, so wird eine Homozygotie in Bezug auf diese Faktoren eine schädliche Einwirkung haben, und fügt der Zufall es so, dass mehrere solche, die Lebenskraft herabsetzende rezessive Faktoren homozygotisch in einem Individuum angehäuft werden, so ist das Schicksal des Individuums besiegelt.» Man kann aber solche ungünstige Kombinationen von Erblichkeitsfaktoren, die in der Population schon anwesend sind, ebenso gut auch bei der Kreuzung sich vorzustellen, und dann erweist sich, dass «hat die Inzucht ebensowenig Schuld, wie der Geheimpolizist an dem Verbrechen, dass durch ihn entdeckt wird, wie East und Jones sich treffend ausgedrückt haben» (Federley, 17).

Im Lichte der genetischen Untersuchungen können wir jetzt auch manche von Darwin's Ergebnissen was die Inzucht betrifft besser verstehen. So ist es geklärt, dass der Einfluss der Selbstbefruchtung am stärksten schon in der er-

sten Nachkommengeneration zum Vorschein kommt, später aber fast gar nicht (so bei Grünkohl) oder wenn doch, dann immer langsamer, und nach der 5. bis 6. Inzuchtsgeneration wird das Inzuchtsminimum erreicht. Dann werden die Pflanzen trotz fortdauernder Selbstung «nicht noch kümmerlicher, sondern bleiben wie sie sind, oder werden sogar wieder etwas kräftiger und fertiler» (Baur, 1925, 49). So war es auch bei Darwin: die hier bei der Selbstung mögliche Homozygotie (Hero-bzw. Gigas-Formen) trat nämlich in der 5. bzw. 6. Generation zutage.

Aus dem eben Ausgeführten ist zu ersehen, dass das Problem der Kreuzbefruchtung hauptsächlich an die erste Befruchtung zweier Individuen aus einer Population gebunden ist.

IV.

Selbstfertilität in der Blütenbiologie.

1. Revision des Kreuzungsgesetzes. H. Müller's Blumenstatistik.

Der Einfluss Darwin's auf die blütenbiologischen Darlegungen ist ausserordentlich gross gewesen. Allerdings trifft es nicht ganz zu, wenn Loew, 1895, p. 193, sagt, dass «zu Anfang der siebziger Jahre waren direkte Beweise für die vorteilhafteren Wirkungen der Kreuzung abgesehen von den Erfahrungen, die Darwin in seinen Werken über die Ursprung der Arten und über das Variieren der Tiere und Pflanzen mitgeteilt hatte, in grösserem Umfange auf botanischem Gebiet noch nicht geliefert,» und diese Beweise wären dann in Darwin's Werken über die Selbst- und Kreuzbefruchtung und über die Heterostylen Pflanzen gegeben.

In vorigen unseren Ausführungen ist ein Versuch gemacht, nicht nur die Ergebnisse Darwin's genetisch zu interpretieren, sondern auch sein Zahlenmaterial für sich und in seiner Fassung sprechen zu lassen. Wir möchten dann behaupten, dass es in Darwin's blütenbiologischen Werken an genügenden Beweisen fehlt. Zur Unterstützung seiner Theorie über eine Abschreckung der Natur von einer stetiger Selbstbefruchtung wurden von Darwin auch die Orchidazeen herangezogen, aber schon H. Müller hatte geklärt, dass 18 von den 22 Arten der Orchidazeen Westfalen's auch nach der Selbstbefruchtung produzieren. In neuester Zeit wies O. Kirchner (1922) die Möglichkeit einer Autogamie in dieser Pflanzenfamilie in noch viel weiterem Ausmasse nach.

Letzenendes wird auch von Darwin selbst am Anfange des Werkes, das eine Kreuzbefruchtung als vorteilhaft beweisen soll, ausgeführt, dass «the propagation of the species, wheter by self-fertilization or by cross-fertilization or asexually by buds, stolons etc. is of paramount importance. Hermann Müller has done excellent service by insisting repeatedly on this latter point» (Cross- and Self-Fertilization, 8).

Hermann Müller hat (1873; 1881) die Verbreitung der Kreuz- und Selbstbefruchtung in der Natur zu klären versucht, in dem er sich der Methode der Blumenstatistik bediente. Seine Ergebnisse für die mitteleuropäischen Pflanzen hat Loew (1895, 174) in einer Tabelle zusammengefasst, die hier angeführt wird.

Von der 403 in Müller's Werke (Befruchtung der Blumen durch Insekten, 1873) beschriebenen Arten (incl. einiger Varietäten) sind:

homogam	100 Arten
dichogam	194 „
diklin	10 „
in der Sexualeinrichtung wechselnd . .	10 „
heterostyl	5 „
betr. ihrer Einrichtung zweifelhaft . .	84 „
	403 Arten

Von diesen 403 Arten sind:

bei ausbleibendem Insektenbesuch	
autogam	203 Arten
ausschliesslich allogam	104 „
betr. dieser Verhältnisse zweifelhaft .	96 „
	403 Arten

Unter den 194 dichogamen Pflanzen sind:

bei ausbleibendem Insektenbesuch	
autogam	73 Arten
ausschliesslich allogam	56 „
zweifelhaft	65 „
	194 Arten

Unter den 100 homogamen Pflanzen sind:

bei ausbleibendem Insektenbesuch	
autogam	87 Arten
ausschliesslich allogam	8 „
zweifelhaft	5 „
	100 Arten

Aus diesen Tabellen ist zu ersehen, dass nämlich auch bei dichogamen Arten, die hier am meisten vertreten sind, doch 72 Fälle der Autogamie möglich sind und zwar ohne Beihilfe der Insekten. Also Dichogamie, einer der «Kreuzungsmittel», schliesst doch auch die Autogamie in vielen Fällen nicht aus.

Dadurch wird also eine «revisionistische» Strömung in der Blütenbiologie betreffs des «Kreuzungsgesetzes» eingeleitet. Diese Strömung ist doch in der Blütenbiologie schon früheren Datums (vgl. bei Loew, 1895, p. 153 über Axell u. a.). Es fehlt auch zur Zeit nicht an diesbezüglichen Tatsachen. Auch in weiter hin zu schildernden Versuchen hat man gewollt, der Frage ein wenig anders nachzugehen.

2. Über die Methode bei den eigenen Versuchen in den Jahren 1924, 1925 und 1926 in Riga.

In dieser «revisionistischen» Richtung ist es möglich, nicht nur andersartig die Versuchsergebnissen Darwin's und anderen Blütenbiologen zu interpretieren, nicht nur das statistische Tatsachenmaterial aus der Natur anzusammeln, sondern auch die Versuche modifizieren in dem Sinne, dass man sich nicht vom Gedanken der Vorteilhaftigkeit der Kreuzung leiten lässt.

Wenn es sich um die blütenbiologischen Probleme handelt, sollten in die Versuche möglichst keine unnatürlichen Bedingungen eingetragen werden. (Es sei noch einmal auch an das Prinzip Sprengel's erinnert: «Man muss die Natur auf der Tat zu ertappen suchen»). Falls auch die Genetik sich einer künstlicher Befruchtung der Blüte bedient, so muss man in der Blütenbiologie diesbezüglich zurückhaltender sein. Denn es gibt eine Menge von Faktoren, die den natürlichen Verlauf der Pflanzenbefruchtung bedingen, uns aber vorläufig noch unbekannt sind. So werden in der Praxis der *Oenothera*-Befruchtung gute Resultate durch Begiessung der Pflanze nach dem Befruchtungsakt erzielt (Oelkers). Oft handelt es sich hier um treffende Auslösung bzw. Einleitung des Befruchtungsaktes, also um induzierte Vorgänge. Um ein älteres Beispiel zu erwähnen: die Befruchtung bei *Cytisus Laburnum* kann nur dann vonstatten gehen, wie Jost dies klärte, wenn die mit der Kutikula bedeckte Narbe gerieben oder wenn sie von den pollenübertragenden Insekten verletzt wird. Dann tritt das Narbensekret aus,

die Keimung des Pollenkorns wird möglich und die Befruchtung ist eingeleitet. Desgleichen auch bei *Corydalis cava* u. a. Oder die Narbe wird erst nach dem Absterben der Epidermzellen oder nach ihrer Quellung empfängnissfähig, wie das gegen Ende des Blühens der Fall ist.

Auch der Pollenschlauch tritt als Anreger auf, wie das schon Scott und Hildebrand gezeigt haben. Einen schönen Fall hierzu bieten die Befruchtungsvorgänge bei *Nicotiana Sanderae*, die von East und Park und von Brieger geklärt sind. Hier «in den parasterilen Verbindungen die Pollenkörner zwar normal auf der Narbe auskeimen und in diese eindringen, ... aber bei dem weiteren Wachstum der Pollenschläuche in dem Leitgewebe des Griffels die Zuwachsgeschwindigkeit zu gering ist, als dass eine Befruchtung der Eier vor dem Welken der Blüte eintreten kann.» (Brieger, 65). Also eine der Reihen der induzierten Vorgänge, nämlich die postflorale Verwelkung, geht in zu raschem Tempo, ist hier nicht in Einklang gebracht mit dem eben induzierten Wachstum des Pollenschlauchs.

Nun ist es in der Blütenbiologie üblich, die Insekten aus dem Befruchtungsprozess absichtlich ausschalten, und das gerade bei den entomophilen Pflanzenarten. Wenn überhaupt irgend eine Uebertragung des Pollens gestattet wird, dann soll dies der Experimentator selbst durchführen. Dem sei auch so, man muss aber beachten, dass das Eliminieren des Insektes etwa mehr bedeutet, als eine einfache Ausschaltung des Pollentransporteurs. Denn der Insekt mag sein und ist ja auch nicht nur ein Transportmittel des Pollens, sondern auch ein Auslöser im weiteren Sinne aller der Vorgänge bei einer Befruchtung, die vorläufig noch schlummern und eben auf die entsprechende Auslösung harren. Diese Vorgänge könnten zuweilen von sich selbst, z. B., gegen das Ende des Blühens eintreten und dann auch zur Befruchtung führen («Pseudofertilität» der Genetiker). Vorläufig, wo es an entsprechenden Untersuchungen mangelt, wäre es ganz hypothetisch, falls wir behaupten möchten, dass die Insekten ausserdem auch irgenwelche andere, eigene und von der Blüte stammende Stoffe übertragen als diejenigen, die ein Pollenkorn enthält, die aber doch von Bedeutung bei der Befruchtung sein sollten. Jedenfalls ist es aber sicher, dass ein mechanischer Reiz von Seiten des Insektes öfters unentbehrlich ist.

Wichtig ist auch der Zeitpunkt der Befruchtung u. a. m. Kurz, in den ganz subtilen Beziehungen der Haplonten zu

den Diplonten während des Befruchtungsaktes ist also eine jede natürliche Bedingung, ein jeder Existenzfaktor von Bedeutung, und wenn er auch hätte «not more importance than the nature of the spark which ignites a mass of combustible matter» (Darwin, *The Variation*, I, 444). Das Ausschalten der Insekten bei der Befruchtung der entomophilen Pflanzenarten ist aber ein solcher Fall, wo die Vorgänge ihren Ablauf ausserhalb der «für den betreffenden Entwicklungsablauf normalen Aussenbedingungen» (Brieger, 3) nehmen müssen.

Von Darwin eben wurde die Topfmethode Gärtner's und die Züchtung im Zimmer abgeurteilt (*The Origin*, 221), dann aber doch betrieben.

Falls wir nun die Kreuzbefruchtung bzw. das Uebertragen von fremden Pollen ausschliessen wollen, müssen wir die Versuchspflanzen nicht mit einem mehr oder weniger feinem Netz bedecken oder in Tüten einhüllen, sondern nur den Insekten die Möglichkeit entziehen, fremdes Pollen in der Nähe der Pflanze zu finden. Es handelt sich hier also nicht um eine Isolation der Insekten, es muss eine Pflanze von der anderen isoliert werden entweder durch den genügend grossen räumlichen, oder durch den genügend grossen zeitlichen Abstand. Diese beide Isolationsformen, nämlich die Fernisolierung und die zeitliche Isolierung, sind eine natürliche, also blütenbiologische Methode. Denn man trifft, z. B., auch in der Natur öfters vereinzelte, weit von den anderen Artsangehörigen entfernte Pflanzen, so am Rande des Artareals, und diese vereinzelter Pflanzenstöcke treten auch die Samenproduktion an.

Gleichfalls ist die Umhüllung mit Papiertüten u. dgl. vom Standpunkte der Blütenbiologie unzulässig. In diesem Falle verändern sich grundsätzlich die Temperatur-, Wasser- und Lichtverhältnisse, anders müssen dann auch die Transpirations-, Atmungs- und Assimilationsprozesse verlaufen (Knoll, 1929, 318—364).

Hier also unterscheidet sich die blütenbiologische Methode von der üblichen exakten genetischen Methode.

Im Falle der Fernisolierung wird ein Pflanzenstock, an dem mehrere Blüten zu gleicher Zeit blühen, gewöhnlich eine Geitonogamie (Kerner, 1890) antreten, d. h. es wird eine Kreuzung zwischen Blüten derselben

Pflanze stattfinden. Es ist schon von Darwin ausgeführt worden, dass dieser Vorgang der Befruchtung dem der Selbstbefruchtung gleichzustellen ist (Cross- and Self-Fertilization, 390, 449 u. a.). Von den Genetikern wird diese Auffassung unterstützt. «Ferner muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die älteren Autoren einen Unterschied zwischen strenger Autogamie und Geitonogamie machten. Es sind jedoch keine experimentellen Tatsachen bekannt, die diese Unterscheidung rechtfertigen» (Brieger, 18. Es sei hier nun vermerkt, dass nach M. D. Pastrana, 1932, die männlichen Blüten des *Begonia Schmidtiana*-Stockes mit 12, die weiblichen aber mit 13 Chromosomen ausgerüstet sind, also in den letzteren kommt ein unpaares Chromosom hinzu). Blütenbiologisch ist aber wichtig, dass die Blüten eines und desselben Pflanzenexemplars in verschiedenen Florationsstufen zu finden sind, deshalb eine Endsaisonsbefruchtung bei der Geitonogamie leicht möglich ist. Dennoch ist sie eine Autogamie.

Von einer Fernisolierung ist auch bei Darwin die Rede: in Godron's Versuchen mit *Primula grandiflora* (augenscheinlich *P. acaulis*) soll der Pollen von einer 2 km entfernten *Primula officinalis* transportiert werden sein, in Gärtner's Versuchen wird ein Pollentransport über 500 oder 600 Yards vermutet (Cross- und Self-Fertilization, 380). Doch die Methode Darwin's war nicht, wie das schon ausgeführt wurde, eine Fern- oder zeitliche Isolierung.

In unseren weiter zu schildernden Versuchen wurden die Pflanzen einzig nur der Fernisolierung und der zeitlichen Isolierung unterworfen, ohne jegliche andere Isolationsmittel. Man kann eine, als auch die andere Isolationsart als vollständig betrachten. Denn viele von den Versuchsarten hatten überhaupt in der Nähe keinen anderen Fundort, viele wohl aber nur in einer Entfernung von $5\frac{1}{2}$ km in der Luftlinie, im damaligen Botanischen Garten der Universität Lettlands in Dreilīnmuīža, dazwischen aber lag ein Stadtteil von Riga und der breite Fluss Daugava (Düna). Was nun die zeitliche Isolierung betrifft, so ist es ein ziemlich natürlicher Vorgang, dass im Falle von mehreren Exemplaren einer Pflanzenart die einzelnen Stöcke nacheinander aufblühen und es genügt nur einer geringen Einmischung seitens des Experimentators (so, z. B., Ausrottung eines Pflanzenstocks, Ab-

pflücken von Blütenknospen), um die zeitliche Trennung sicher und vollständig durchzuführen. Desgleichen ist es ein Leichtes, das Blühen zu unterbrechen, falls dies nötig ist. Dies gilt auch für nahe Arten, um ihre Kreuzung zu verhindern.

Mit Berücksichtigung des eben Gesagten wurden dann die Versuchspflanzen vollständig dem eigenen Obwalten überlassen (s. die Bemerkungen in der Tabelle). Der Boden war Sand, ein Kartoffelfeld, gedüngt im vorigem Jahre. Während der Versuchszeit blieb das Feld aber ohne Düngung, und nur manche, vorläufig in Töpfen aufgekeimte Pflanzen (die meisten wurden aber gleich in Boden gesät) bekamen bei der Verpflanzung auch ein wenig Schwarzerde mit. Die Begießung wurde ordentlich nur im Anfang durchgeführt, später aber nur dann, wenn die Pflanze zu verwelken drohte. Kurz gesagt, alles, was die Luxurierung fördern konnte, wurde vermieden.

3. Versuchsergebnisse bei 158 Arten und Formen, tabellarisch zusammengefasst (Tabelle D).

Die Versuche, deren Anregung auf eine Aussprache mit meinem Lehrer, Herrn Prof. emer. Dr. O. Treboux zurückzuführen ist¹⁾, wurden während der Jahre 1924, 1925 und 1926 in Riga in einem Privatgarten in Stadtteil von Riga Torņakalna (Thorensberg) durchgeführt. Die Ergebnisse sind der weiter angeführten zusammenfassenden Tabelle D zu entnehmen, wo + ein positives Fruktifikationsresultat bedeutet, nämlich dass die Samen erbracht und in gutem Entwicklungszustand gefunden wurden; ++ bedeutet, dass fast alle Samenanlagen zur Ausbildung kamen; 0 bedeutet, dass Samen nicht erzielt wurden; eine Leere weist darauf hin, dass in betr. Jahre nicht mit der Art versucht wurde;* gilt als Kennzeichen für diejenigen Versuchspflanzen, die aus dem im vorigem Jahre erzielten Samen aufgezogen wurden. Ueber die Herkunft der Pflanze besagt der geographische Ortsname; die Samen wurden also aus dem betreffenden botanischen Garten erhalten. Nur aus dem örtlichen bot. Garten sind auch die Keimpflanzen verpflanzt worden.

¹⁾ Für einige spätere Anweisungen aus der Genetik bin ich Herrn Dozent A. Zāmelis zu Dank verpflichtet.

Tabelle D. Ergebnisse der Versuche über
die Selbstfertilität der Pflanzen.
1924, 1925 und 1926 in Riga.

№№	Art und die Herkunft der Pflanze	Samen			Bemerkungen
		1924	1925	1926	
1.	<i>Abutilon Avicennae</i> Moskau		+	* +	
2.	" <i>striatum</i> Lissabon			+	
3.	<i>Adenophora denticulata</i> Riga		0	0	
4.	<i>Adonis aestivalis</i> Riga			0	Gleichzeitig 1—2 Blüten.
5.	<i>Althaea ficifolia</i> Riga	+			Gleichzeitig 3—10 Bl.
6.	<i>Alyssum montanum</i> Riga	+			
7.	<i>Anagallis arvensis</i> Kopenhagen	+	* +	* +	Gleichzeitig bis 10 Bl. Pflanzen aus eigen. Samen kräftig.
8.	" <i>arvensis</i> , subsp. <i>coerulea</i> Kopenhagen	++	*++	*++	Die erste Blüte ohne Samen, dann gleichzeitig viel Blüten, die gut und zuletzt vollst. produzieren.
9.	<i>Anandria bellidiastrum</i> Riga	+			
10.	<i>Anoda cristata</i> Riga	++			Gleichzeitig 2—10 Bl.
11.	" <i>hastata</i> Nancy		+	* +	Gleichzeitig 2—∞ Bl. 1926 Pflanzen kräftig.
12.	<i>Antirrhinum maius</i> Krakau		+	* +	1925 Kapseln etwa leer, 1926 voller.
13.	" <i>Orontium</i> Lugano	+			Bis 6 Blüten gleichzeitig.
14.	<i>Aquilegia atrata</i> Uppsala		+	*++	1926 wächst, blüht kräftig.
15.	" <i>sibirica</i> Riga	+			Samen von einer eingehüllter Blüte.
16.	" <i>truncata</i> Heidelberg		+	* +	
17.	<i>Arabis pumila</i> Königsberg			+	
18.	<i>Asclepias Cornuti</i> Zürich		0	0	
19.	" <i>Curassavica</i> Zürich	0			
20.	<i>Asperula azurea</i> Riga		+	0	1925 gute Samen, aber wenig, 1926 gleichzeitig mehrere Blüten, die Pflanze aber krankhaft.
21.	<i>Asphodelus fistulosus</i> Malta		+	* ?	1925 gute Samen, nicht aber viel, 1926 ging aus Unvorsicht die Pflanze zugrunde.

№№	Art und die Herkunft der Pflanze	Samen			Bemerkungen
		1924	1925	1926	
22.	<i>Bergenia crassifolia</i> Riga		0	0	Nur Samenanlagen. Es ist möglich, dass dieser Frühblüher keine Insekten hatte.
23.	<i>Blumenbachia Hieronymi</i> Riga			+	
24.	<i>Browallia demissa</i> Baarn			+	
25.	„ <i>elata</i> Nancy			+	
26.	<i>Brunella vulgaris</i> Riga	+			
27.	„ <i>vulgaris, fl. albo</i> Riga	+			
28.	<i>Campanula carpatica</i> Riga	0			Gleichzeitig bis 6 Blü- ten.
29.	„ <i>thyrsoides</i> Riga			0	
30.	<i>Centranthus macrosiphon</i> Lugano	+			Blühte den ganzen Sommer
31.	„ <i>ruber</i> Riga		0		
32.	<i>Clarkia pulchella, var.</i> <i>gripetala</i> Riga	+	*I+ *II+	*I+ *II+	Gleichzeitig bis 20 und mehr Blüten. 1925 ausspaltete: I-f. <i>car-</i> <i>nea</i> ; II-f. <i>alba</i> . 1926. bei- de Formen fortgesetzt. Gleichzeitig bis 40 Bl. Nicht alle Früchte mit Samen.
33.	<i>Claytonia sibirica</i> Riga	+			
34.	<i>Cleome gigantea</i> Cambridge			+	
35.	<i>Convolvulus tricolor</i> Riga	0			
36.	<i>Corydalis sempervirens</i> Riga	+			Gleichzeitig bis 40 Blüten.
37.	„ <i>vesicaria</i> Riga	+			Gleichzeitig bis 30 Bl.
38.	<i>Cuphea miniata</i> Helsinki			+	Samen von 2 Blüten.
39.	<i>Cynoglossum montanum</i> Baarn			+	
40.	<i>Delphinium Ajacis</i> Lugano	++			
41.	„ <i>Caucasicum</i> Riga	++	*+	0	1925 Samen nicht be- sonders gut. 1926 keim- te auf und verwelkte.
42.	„ <i>elatum</i> Lugano	+			
43.	„ <i>grandiflorum</i> Lugano	++			
44.	„ <i>iliense</i> Riga	++			
45.	<i>Dianthus caryophyllus</i> Prag			0	Eine einzige Blüte.
46.	„ <i>superbus</i> Riga	+			Gleichzeitig bis 25 Blüten.

№№	Art und die Herkunft der Pflanze	Samen			Bemerkungen
		1924	1925	1926	
47.	<i>Digitalis purpurea</i> Riga		+	*+	Es ist nicht ausgeschlossen, dass in den Gärten in Umgebung andere Pflanzen waren.
48.	<i>Dipsacus silvester</i> , var. <i>tortuosus</i> Riga			++	
49.	<i>Draba Pyrenaica</i> Riga	++			Gleichzeitig bis 10 Blüten.
50.	<i>Dracocephalum Altaiense</i> Riga	0			
51.	<i>Epilobium hirsutum</i> Riga	++			Gleichzeitig bis 20 Blüten.
52.	<i>Erucastrum obtusangulum</i> Leningrad		+	*+	1926 wächst, blüht frisch.
53.	<i>Eschscholtzia Californica</i> Lugano	+			Gleichzeitig bis 30 Blüten. Samen fast vollständig an der Zahl.
54.	<i>Galega officinalis</i> Riga			0	
55.	<i>Gentiana Amarella</i> Riga			+	Gleichzeitig viele Blüten.
56.	" <i>Cruciata</i> Riga	+			
57.	" <i>Tibetica</i> Riga			+	
58.	<i>Geranium Pyrenaicum</i> , var. <i>aepilatum</i> Riga		+		
59.	<i>Gilia achilleaefolia</i> Krakau		+	*+	1925 etwa schwache Samen, keimen aber. 1926 Samen von 3 Blüten.
60.	" <i>nivalis</i> Cambridge			+	Künstliche Parallelbefruchtung mit Samen, aber schwächlichen.
61.	" <i>tricolor</i> Riga		+	*+	
62.	<i>Glaucium corniculatum</i> Riga	+		+	
63.	" <i>flavum</i> Marburg	+			Gleichzeitig viel Blüten, Samen nicht gut entwickelt.
64.	<i>Gypsophila elegans</i> Riga		+	*++	Es ist möglich eine Anwesenheit von anderen Pflanzen in der Umgebung.
65.	<i>Helianthemum polifolium</i> Riga		+	*+	1926 wenig Samen. 1926 künstliche Parallelbefruchtung, ein Fall mit, ein anderer ohne Samen.
66.	<i>Hesperis tristis</i> Riga		0	+	Gegen Ende des Blühens
67.	<i>Hypocoum procumbens</i> Riga		+	*+	
68.	<i>Hyssopus officinalis</i> Riga			+	Die Samen nicht zu 4.

№№	Art und die Herkunft der Pflanze	Samen			Bemerkungen
		1924	1925	1926	
69.	<i>Iberis umbellata</i> Riga	0			Gleichzeitig viel Blüten.
70.	<i>Impatiens granduligera</i> Riga	++			Desgleichen.
71.	<i>Ipomoea purpurea</i> Lugano			+	
72.	<i>Isatis Japonica</i> Riga			+	Parallel Einhüllung auch mit Samen.
73.	" <i>tinctoria</i> Riga		+	*+	
74.	<i>Isopyrum fumarioides</i> Lissabon			+	Parallel künstliche Befruchtung auch mit Samen.
75.	<i>Jasione perennis</i> Riga			+	Samen schwächlich. Parallel aus Kreuzung gute Samen.
76.	<i>Kitaibelia vitifolia</i> Riga	0			Nur Samenanlagen.
77.	<i>Lathyrus silvester</i> Riga		++		
78.	<i>Lavatera Thuringiaca</i> Riga	++			Gleichzeitig 3—6 Blüten.
79.	" <i>trimestris</i> Riga	+			
80.	<i>Leontopodium alpinum</i> Riga		0		
81.	<i>Leonurus Cardiac</i> Riga	+			Gleichzeitig viele Blüten.
82.	<i>Lilium bulbiferum</i> Riga			0	Künstliche Befruchtung.
83.	<i>Linaria Cymbalaria</i> Riga	+			Gleichzeitig bis 15 Blüten.
84.	" <i>purpurea</i> Riga			+	
85.	<i>Lopezia coronata</i> Kopenhagen	+	*+	*+	1925, 1926 wächst, blüht frisch.
86.	" <i>racemosa</i> Marseille		+	*+	Desgleichen.
87.	<i>Lophanthus rugosus</i> Riga			0	Gleichzeitig mehrere Blüten.
88.	<i>Lotus corniculatus</i> Riga			0	Blüten vereinzelt.
89.	" <i>peregrinus</i> Leipzig		++	*+	1926 wächst, blüht gut.
90.	<i>Lupinus luteus</i> Riga		++	*++	Desgleichen.
91.	<i>Lychnis Flos-Jovis</i> Bern			++	
92.	<i>Malcolmia maritima</i> Riga	++			Gleichzeitig viele Blüten.
93.	<i>Malope trifida</i> , var. <i>grandiflora</i> Lissabon	++		+	Gleichzeitig bis 15 Blüten.
94.	<i>Malva Alcaea</i> Uppsala	+			Malven gleichzeitig mit viel Blüten.
95.	" <i>Mauritanica</i> Nancy	++			

№№	Art und die Herkunft der Pflanze	Samen			Bemerkungen
		1924	1925	1926	
96.	<i>Malva moschata</i> Uppsala	+			
97.	„ <i>moschata</i> , fl. albo Kopenhagen	++			
98.	„ <i>verticillata</i> Nancy	++			
99.	<i>Melilotus albus</i> Riga			+	Samen nicht viel.
100.	„ <i>officinalis</i> Riga			+	Samen nicht gut ent- wickelt.
101.	„ <i>sulcatus</i> Lissabon			++	
102.	<i>Mimulus luteus</i> Riga		++	*+	1926 wächst, blüht kräftig.
103.	<i>Nepeta Cataria</i> Lugano	+			Gleichzeitig viel Blü- ten. Samen nicht zu 4.
104.	„ <i>Mussini</i> . Riga			+	Samen nicht viel.
105.	„ <i>nuda</i> , f. panicu- lata Riga	+			Wie vorig.
106.	<i>Oenothera amoena</i> Riga	++			Gleichzeitig viel Blü- ten.
107.	„ <i>Lamarckiana</i> Riga		++	*+	1926 wächst, blüht kräftig.
108.	<i>Omphalodes linifolia</i> Riga		++	*+	Desgleichen.
109.	<i>Onobrychis viciifolia</i> Moskau			0	
110.	<i>Ononis arvensis</i> Riga		++	*+	Desgleichen.
111.	<i>Onosma simplicissima</i> Riga	0	+	*+	Samen wenig.
112.	<i>Origanum vulgare</i> Riga	+			Gleichzeitig viel Blü- ten.
113.	<i>Papaver dubium</i> Riga	++			
114.	<i>Pentstemon barbatus</i> Malta			+	
115.	„ <i>coeruleus</i> Riga	+			In der zweiten Hälfte des Sommers nicht viel Früchten.
116.	<i>Petunia nyctaginiflora</i> Giessen		+	*+	1926 wächst, blüht kräftig.
117.	<i>Phacelia campanularia</i> Malta			++	Parallel künstliche Selbstbefruchtung mit Samen.
118.	„ <i>Parryi</i> Cambridge			+	Wie vorig.
119.	„ <i>tanacetifolia</i> Moskau			++	

№№	Art und die Herkunft der Pflanze	Samen			Bemerkungen
		1924	1925	1926	
120.	<i>Phacelia Whitlavia</i> Leipzig.		+	*0	1926 die Pflanze war verkümmert.
121.	<i>Polemonium coeruleum</i> Riga	++			Anwesenheit vor anderen Pflanzen in der Umgebung möglich.
122.	<i>Polygonum alpinum</i> Riga		+	*+	1926 wächst, blüht kräftig.
123.	<i>Pulmonaria officinalis</i> Riga			0	Blütezeit 18. V - 1.VI, gleichzeitig mehrere Blüten
124.	<i>Pulsatilla pratensis</i> Riga		+	+	
125.	<i>Ruta graveolens</i> Riga		++		
126.	<i>Salvia atropurpurea</i> Riga			+	Samen wenig.
127.	" <i>Horminum</i> Riga	+	*+		Gleichzeitig viel Blüten. Samen zu 3. 1925 wächst, blüht kräftig.
128.	<i>Saponaria officinalis</i> Riga	0			
129.	<i>Saxifraga muscoides</i> Riga	0			Gleichzeitig mehrere Blüten.
130.	" <i>rotundifolia</i> Riga	++			
131.	<i>Scabiosa atropurpurea</i> Lissabon			+	
132.	" <i>orientalis</i> Riga	++			Gleichzeitig viel Blüten.
133.	<i>Scandix Balansae</i> Cluj		++	*+	1926 wächst, blüht kräftig.
134.	" <i>Pecten-Veneris</i> Olomuc			+	
135.	<i>Schizanthus pinnatus</i> Riga	++			Gleichzeitig viel Blüten.
136.	<i>Scrophularia nodosa</i> Riga	+			Nicht besonders vollständig an der Zahl.
137.	" <i>vernalis</i> Königsberg			+	Wie vorig.
138.	<i>Sedum Kamtschaticum</i> Riga	+	*0		1925 entwickelte sich nur eine Blüte.
139.	<i>Sideritis hyssopifolia</i> Zürich	+		*+	Gleichzeitig viel Blüten. Samen zu 1—2.
140.	" <i>montana</i> Helsinki		+	*+	Samen zu 1—2. 1926 wächst, blüht kräftig.
141.	<i>Silene Armeria</i> Riga		+	*+	Samen nicht viel. 1926 wächst, blüht gut.
142.	<i>Sinapis Abyssinica</i> Riga		+	*+	1926 wächst, blüht kräftig.
143.	" <i>alba</i> Riga	+			

№№	Art und die Herkunft der Pflanze	Samen			Bemerkungen
		1924	1925	1926	
144.	<i>Stachys rectus</i> Dijon			+	Samen nicht viel.
145.	<i>Succovia Balearica</i> Riga		+	*+	1926 wächst, blüht kräftig.
146.	<i>Tetragonia expansa</i> Riga		+	*+	Desgleichen.
147.	<i>Tetragonolobus siliquosus</i> Riga		+	*+	Desgleichen.
148.	<i>Trigonella coerulea</i> Riga		+	*+	Desgleichen.
149.	<i>Trollius Europaeus</i> Riga	+			Samen von einge- hüllter Blüte.
150.	<i>Tropaeolum minus</i> Leipzig		++	*++	1926 wächst, blüht kräftig.
151.	<i>Tunica saxifraga</i> Uppsala		+	*+	Desgleichen.
152.	<i>Verbascum phoeniceum.</i> Riga	+			Früchte wenig, klei- ner als gewöhnlich, doch mit gut entwickel- ten Samen.
153.	<i>Veronica spuria</i> , var. <i>glabra</i> Lissabon			0	
154.	<i>Vicia angustifolia</i> Leningrad			++	Gleichzeitig bis 2 Blüten.
155.	<i>Vinca minor</i> Riga	0			
156.	<i>Vincetoxicum officinale</i> Riga			0	Blühezeit 8.VI—4.VIII.
157.	<i>Wahlenbergia pendula</i> Leningrad			+	
158.	<i>Zaluzianskya selaginoides</i> Amsterdam		0		

4. Allgemeines über die Versuche von 1924—1926. Ergebnisse bei einigen, in der Blütenbiologie öfters genannten Pflanzenarten.

Wie es schon in der Tabelle vermerkt ist, reicht bei manchen Pflanzenarten die Anzahl der Blüten bis zu mehreren, so bei Malvazeen, Saxifragazeen u. a. m.

Der Insektenbesuch war nicht gering zu nennen, doch es kann kein Zweifel sein, dass das Umfliegen der Blüten bei weitem mässiger war, als das in der Natur der Fall ist, so in einem blühenden Kleefelde, wo jedes Blütenköpfchen von zahlreichen Insekten während der ganzen Blüheperiode, also bei verschiedenen Florationsabstufungen besucht wird. Hauptsächlich waren es *Bombus*-Arten, dann auch Vertreter von *Lepidoptera* und *Diptera*, die zum Besuch auf das Versuchsfeld kamen.

In vielen Fällen war die Samenzahl in den Früchten ziemlich vollständig, sogar normal, wenn es doch auch nicht an solchen Fällen fehlte, wo der Ertrag zweifellos geringer als normal war. Es gibt auch solche Fälle, wo nur wenige Samenkörner produziert wurden. Die verminderte Samenproduktion kann auch durch den eben erwähnten spärlicheren Insektenbesuch erklärt werden.

Desgleichen müssen auch die gänzlich negativ ausfallenden Fruktifikationsergebnisse manchmal ihre Erklärung in dem Mangel der Bestäuber finden, sei es gänzlich Fehlen derselben, oder es fehlten nur die entsprechenden Insektenarten. So sieht man während der Blütezeit von *Bergenia crassifolia* im April nur sehr wenig Insekten. Mag sein, dass auch bei *Asclepias* die Nichtansetzung Ursache dieser Art hatte.

Es schien, dass die traumatischen Verletzungen, wie, z. B., das Abpflücken von Blüten und Knospen, das Abbrechen von Zweigen u. dgl. die Pflanze nicht nur zu einer kräftigen Regeneration anregten, sondern auch die Knospenentwicklung und das Blühen wurden merklich gesteigert.

Mit 44 Versuchsarten wurden 50 Wiederholungen in zweiter und, seltener aber, in dritter Generation durchgeführt. Nicht selten zeigten die aus den im vorhergehenden Jahre eingesammelten Samen aufgezogene Pflanzen ein kräftigeres, frischeres Wachstum.

Es gibt doch auch Fälle, wo es möglich schien, von einer Inzucht zu sprechen. So die geitonogamisch produzierten Samen von *Asperula odorata* zwar keimten, die Pflanzen in zweitem Jahre wuchsen gut und blühten, fruktifizierten aber nicht. *Delphinium Caucasicum* wuchs nicht nur im zweiten Jahre, sondern fruktifizierte auch; zum dritten mal aber versagten die Keimpflanzen in ihrer Entwicklung. *Lathyrus silvester* aus den Samen des ersten Jahre ging ebenfalls zugrunde. *Phacelia Whitlavia* keimte im zweiten Jahre auf, wuchs und blühte, fruktifizierte aber nicht. Gewiss, man kann in allen diesen Fällen auch den Einfluss der Bodenbeschaffenheit (Minderwertigkeit überhaupt oder Mangel an gewissen Nährsalzen etc.) oder den der Trockenheit vermuten. Jedenfalls verliefen die Wiederholungen bei den anderen Arten gut.

Im Jahre 1926 wurde an manchen Arten auch eine parallele künstliche Selbstbefruchtung vorgenommen. Die war meistens von Erfolg, doch nicht in allen Fällen von gleichem wie bei Geitonogamie.

In dem wir jetzt zur Betrachtung der einzelnen Arten übergehen, wollen wir die als mehr oder weniger für selbststeril bekannten erwähnen.

Asphodelus fistulosus stammte aus dem Malta'schen bot. Garten, also aus einem Gebiet, wo nahe im Freien die Pflanze, nach K n u t h, spontan mit sich selbst nicht bestäubt wird. »Der Besuch der Pflanze durch Insekten ist auf der Insel Capri nur ein sehr spärlicher, da die reichblütigen Blütenstände immer nur wenige Früchte ansetzen. Daraus folgt auch, dass spontane Selbstbestäubung nicht möglich oder doch nicht von Erfolg ist.« (K n u t h, II, 1, 47.) Im Jahre 1925 fruktifizierte die Pflanze gut, die Samen keimten 1926 auf, doch versehentlich wurde das Töpfchen mit Keimpflanzen verworfen. »Spontan« ist die Befruchtung auch hier nicht gewesen, doch war das jedenfalls eine Selbstbefruchtung.

Campanula Carpatica, deren Selbststerilität beim Insektenausschluss von D a r w i n vermerkt wird («quite sterile», Cross- and Self-Fertilization, 364) erbrachte im 1924 keine Samen, wenn auch die Anzahl der gleichzeitigen Blüten gegen die Ende der Vegetationsperiode im September bis 6 reichte und am Ende der Periode, als auch früher, bei 2—4 Blüten, die Möglichkeit einer Geitonogamie vorhanden war. Hier sei bemerkt, dass auch eine andere *Campanula*, nämlich *C. thyrsoides* im Jahre 1926 nicht Samen produzierte, trotzdem sie reichlich blühte.

Ueber *Delphinium elatum* bemerkt K n u t h (II, 1, 47), dass eine künstliche Selbstbefruchtung erfolglos geblieben ist. K n u t h beruft sich indessen auf D a r w i n, in den hier erörterten Werken D a r w i n's sind nur *D. Ajacis* und *D. consolida*, aber keine *D. elatum* erwähnt. Der Ertrag von Samen im 1924 war so überzeugend, dass es überflüssig schien, den Versuch zu wiederholen. Das eben Gesagte gilt auch für andere ähnliche Fälle während unserer Versuche.

Eschscholtzia Californica ist in S. Amerika, nach F r. M ü l l e r, selbststeril, in England, nach D a r w i n, erwiesen sich die brasilianischen Pflanzen auch als vollständig selbststeril, die englischen Pflanzen dagegen selbstfertil und sogar überlegen über die gekreuzten; in Deutschland ist diese Pflanze, nach H i l d e b r a n d, wieder beinahe selbststeril (D a r w i n, Cross- and Self-Fertilization, 109—117, 262, 275 u. a.). Die Riga'schen Pflanzen, die aus den Samen aus Lugano erzogen wurden, ergaben 1924 geitonogamisch gut entwickelte Samen in ziemlich vollständiger Anzahl. Bei der Wiederholung 1925 fruktifizierten die aus den vorjährigen Samen erzogenen Pflanzen ebenfalls gut, und die nochmalige Wiederholung war überflüssig.

Hesperis tristis ist von H i l d e b r a n d als selbststeril verzeichnet (bei K n u t h, II, 1, 44). Das Exemplar von 1925

war schwächlich, fruktifizierte nicht und ging zugrunde, dagegen das Exemplar von 1926 war kräftig und ergab gute Samen. Die Pflanze wurde als Keimpflanze aus dem örtl. bot. Garten verpflanzt.

Lilium bulbiferum wurde künstlich mit sich selbst bestäubt, allerdings ohne Erfolg (Vgl. K n u t h, II, 482; K i r c h n e r, 1911, 353—354; H e g i, II, 238; G o e b e l, 1928; A. B. S t o u t, 1922, u. a.).

Lotus corniculatus, ein einziger Versuchsexemplar, war 1926 vollständig selbststeril. (Vgl. D a r w i n, Cross- and Self-Fertilization, 361; H e g i, IV, 3, 1371). Die Blüten blühten auch nur vereinzelt auf.

Verbascum phoeniceum, wo K ö l r e u t e r (1764) die Selbststerilität entdeckte, ist von den Blütenbiologen, Hybridologen und Genetikern wohl beachtet worden. (Vgl. B r i e g e r, 84 ff.). Das Versuchsexemplar von 1924, aus dem örtl. bot. Garten entnommen, war bestimmt selbstfertil. Die ersten Blüten sind vom 5. VI. vermerkt, Früchte am 5. und 8. VIII. eingesammelt. Die Früchte waren zwar kleiner als normal, auch nicht viel an der Zahl. Es erwies sich bei der Prüfung, dass sie zwar nur einige, aber ganz normal entwickelte Samen enthielten. Die Selbstfertilität dieser Pflanze dient neuerdings zur Erforschung der Vererbung der Blütenfarbe (L. K r i e v i ņ š-H o f m a n i s, 1936).

Pulmonaria officinalis war ganz selbststeril. Der Mangel an Insekten kann in diesem Falle wohl auch mitgewirkt haben. Es sei hier bemerkt, dass nachträglich (im Jahre 1930) O. T r e b o u x doch bei Selbstbestäubung die Samen erzielte (mündliche Mitteilung).

Da die Versuchsergebnisse in erster Linie als blütenbiologische zu betrachten sind, bleibt hier dahingestellt, ob nicht in den eben beschriebenen, wie auch in anderen positiven Fällen eine Pseudofertilität irgend einer Art (s. oben, III, 4) vorliegt.

Noch wäre betreffs einiger Arten, wie *Asclepias Cornuti*, *A. Curassavica* und *Vinca minor*, Folgendes zu bemerken. Keine von beiden Asklepien fruktifizierte. Für die *A. Cornuti* hat schon K e r n e r eine ausgeprägte vegetative Vermehrung durch Verjüngungssprosse an den horizontalen Wurzeln bezeichnet (bei L o e w, 1894, p. 273). Es ist ausserdem möglich, dass das Fehlen von entsprechenden Bestäubern auch hier mitgewirkt hat. — *Vinca minor* augenscheinlich fruktifiziert auch hier im Gebiete überhaupt nicht. Als eine Friedhofspflanze beliebt, ist die Art hier weit verbreitet, strebt sich an zu verwildern und vermehrt sich gut vegetativ.

5. Blütenbiologische Gruppierung der Versuchsarten (Tabelle E). Dichogamie bei der Einzelblüte und bei der Gesamtheit der Blüten einer Pflanze, ihre Rolle in der Bestäubung.

Jetzt wollen wir die Ergebnisse allgemein besprechen.

Es sind 158 Pflanzenarten, darunter nur wenige Varietäten und Formen, zu 110 Gattung und 38 Familien gehörig, die in die Versuche einbezogen wurden. Bei *Clarkia pulchella*, var. *gripetala* kam ein Ausspaltung im zweiten Jahre zutage (s. die Tabelle D). Eine blütenbiologische Gruppierung dieser Arten könnte wie folgt sein.

Tabelle E. Blütenbiologische Gruppierung der Versuchsarten.

Blütenbiologische Gruppe	Anzahl der Versuche			Anzahl der Arten		
	1924	1925	1926	Gesamt	Erfol-	los
Protandrische Arten	36	... 23	... 37	... 77	... 8	
Protogynische „	7	... 5	... 9	... 17	... 4	
Homogame „	13	... 12	... 19	... 29	... 4	
Kleistogame „	1	... —	... —	... 1	... 0	
Heterostyle, herkogame Arten .	2	... —	... 1	... 3	... 2	
Die mit speziellen Vorrichtungen versehenen, in den vorigen Gruppen nicht eingezählten Arten (manche von Leguminosen u. a.)						
	3	... 6	... 14	... 13	... 6	
Ungeklärt	5	... 10	... 13	... 18	... 2	
Insgesamt . .	67	... 56	... 88	... 158	... 26	

Die protogynischen, protandrischen, heterostylen und herkogamen Pflanzen, also diejenigen, die in der Blütenbiologie als zur Fremd-bzw. Kreuzbefruchtung angepasst gelten, machen hier eine Gruppe von 97 Arten aus. Noch einige von denen mit speziellen Einrichtungen, desgleichen aus der Gruppe der «ungeklärten» sind hier zuzuzählen. Verhältnissmässig gross ist die Zahl der homogamen Arten — 29, die aber zunächst zu dem Zwecke herangezogen wurden, um den Insekten ein Bild von möglich vielen blühenden Pflanzen auf dem Versuchsfelde zu gewähren. Indessen war aber auch der Versuch mit diesen Arten nicht ohne Bedeutung. Bei der Auswahl der Pflanzenfamilien wurden die Kompositen und Umbelliferen absichtlich umgegangen. Sogenannte protandrische Kreise, zu denen diese beide Familien angehören, sind durch Malvazeen, Kampanulazeen u. a. vertreten.

Eine pflanzenbiologische Gruppierung der Arten bereitet zur Zeit im Allgemeinen gewisse Schwierigkeiten (und deshalb

können auch die Zahlen einer jeden Kolonne unserer Tabelle E anders ausfallen).

So wurde schon oben ausgeführt, dass auch unter den Heterostylen Modifikationen vorkommen. Ähnlich aber auch bei den blütenbiologisch wichtigen Dichogamisten.

Schon Kerner hat die Herkogamie, wie auch die Dichogamie zwar interpretiert als Mittel zur einartigen bzw. zweiartigen Kreuzung, hat auch aber mit ganzer Bestimmtheit die Kürze des dichogamen Zustandes bei vielen, z. B., bei *Salix*-Arten betont (Kerner, II, 282).

Für die Kampanulen der Schweizer Alpen stellt R. Stäger fest, dass «Protandrie, wie sie sonst bei der Gattung *Campanula* durchweg beschrieben wird, habe ich hier nicht beobachtet.» So wird von ihm bei *Campanula thyrsoidea* Knospen-Protogynie, Knospen-Homogamie und auch Allogamie, bei *C. persicifolia* am Ende der Anthese Autogamie verzeichnet. Ueberhaupt «der ganze Mechanismus ist auf den Kopf gestellt.» (Stäger, 1914, p. p. 314, 315.)

Wollen wir nun noch die Schlüsse von Knoll und Stout anführen, indem wir uns hier auf die erwähnten Tatsachen beschränken.

Knoll spricht von ausgeprägten und von Uebergangsformen bei den Dichogamisten. «In den ausgeprägten Fällen eilt die Vollendung des eines Geschlechts oft so weit voraus, dass dessen Organe bereits funktionslos geworden sind, wenn die Organe des anderen Geschlechtes sich gerade fertig ausgebildet haben. Dann befindet sich die Blüte während ihrer ganzen Dauer funktionell in einem eingeschlechtigen Zustand und sie kann nur der Allogamie dienen (Sperrung des Autors). Nicht selten aber (Sperrung des Ref.) werden die später entwickelten Bestäubungsorgane bereits geschlechtsreif, wenn die früher ausgebildeten des anderen Geschlechtes noch nicht ganz ausser Funktion getreten sind: dann macht die Blüte einen zeitlich mittleren Zwitterzustand durch, in dem Selbstbestäubung möglich ist, womit allerdings noch nicht gesagt werden kann, dass sie auch von Erfolg begleitet sein muss» (Knoll, 1931, I, 879). Um diesen Einzellheiten auch in den Termini gerecht zu werden, spricht man von einer «ausgeprägten Dichogamie», von «protogynisch-homogamen» und «protandrisch-homogamen Blüten», der ganze Komplex ist eine «Homodichogamie». Die Schwankungen zwischen einer protogynischen und einer protandrischen Dichogamie wird als «Heterodichogamie» bezeichnet.

Prägnant wird die Dichogamie von A. B. Stout (1928, 152) charakterisiert: «Dichogamy ist not one simple process. It has many aspects. In kind it may be protandry or protogyny. In degree it may be partial or complete. In scope it may operate more or less independently in a single flower, in a set of flowers opening together, in all flowers of one sex on a plant, in a plant as a whole, in a group of plants, or in all plants of one sex in a species. In extent of time the cycle of dichogamy may be complete in one day, it may extend to end-season portions of a season of bloom, or it may operate in one cycle for the entire period of blooming. In respect to the number of alternations of cycles of dichogamy, in plants having many flowers, there may be many cycles or there may be only one. Dichogamy may also operate within a single sex as in seen in duodichogamy.»

Seit Költreuter (vgl. oben) ist dann auch die Dichogamie immer als Mittel der Kreuzbefruchtung angeführt worden. Wir aber übergehen diese Frage ohne Diskussion, indem wir nur noch Stout's abschliessende Worte bei den eben zitierten Ausführungen folgen lassen: «It operates as a potent means of promoting and forcing cross pollinations within and between species. The rôle which dichogamy plays in evolution through hybridization is, evidently, an important one» (Stout, 1928, 153).

Nun, es wäre gewiss verfehlt, die Bedeutung der Dichogamie zu bezweifeln. Es muss aber doch darauf hingewiesen werden, dass ihre morphologische Basis oft von vergänglicher, flüchtiger Natur ist, und ferner, dass die ausgeprägten Fälle von Dichogamie nur bei einer einzelnen Blüte für sich zustande kommen. Wenn wir aber die ganze blühende Pflanze in Betracht ziehen, wo nämlich gleichzeitig 3—4, aber auch 30—40 und noch viel mehr Blüten (so bei Bäumen) in allen möglichen Abstufungen der Floration vorhanden sind (vgl. auch unsere Tabelle D), wird die Dichogamie, möge sie an der einzelnen Blüte noch so ausgeprägt sein, blütenbiologisch eliminiert.

Andrerseits wird auch stets betont, wenn die Rede von der Bestäubung der Dichogamisten geht, dass bei ausbleibendem Insektenbesuch die spontane Selbstbestäubung möglich bzw. unmöglich ist, je nach der jeweiligen Sachlage. Damit ist aber gesagt, dass die Insektenbesuche mit der Kreuzbefruchtung identifizierbar sind.

Nach dieser vorausgeschickten Ausführung wenden wir uns nun nochmal den Ergebnissen zu.

Es fruktifizierten nicht: von den 77 protandrischen Arten 8, bzw. 10%, von den 17 protogynischen 4, bzw. 23,5%, in beiden diesen Gruppen von den 94 Arten 12, bzw. 12,8%; von den 29 homogamen 4, bzw. 13,6%, von den 18 ungeklärten 2, bzw. 11%, von den 13 mit besonderen Einrichtungen 6, bzw. 46,2%, die restlichen Gruppen sind ganz gering. Insgesamt von den 158 Arten fruktifizierten 26, bzw. 16,5% nicht.

Wie schon erwähnt, kann ein Teil des Misserfolges dadurch erklärt werden, dass nicht entsprechende oder gar keine Bestäuber an der Tat waren, so bei *Asclepias*, *Vincetoxicum*, *Bergeria* u. a. Die 29 homogamen, also solche Arten, bei denen der Selbstbefruchtung kein Hinderniss gesetzt ist, weisen doch auch 4 erfolglosen auf, also 13,6 von Hundert.

Die Folgerung aus allem dem ist kurz: wie die Homogamie nicht braucht jedenfalls mit einer Selbstbefruchtung verbunden zu sein, so können sich auch die dichogamen Pflanzenarten gut mit sich selbstbefruchten. Sie tun es auch tatsächlich in der Natur. So, besonders, z. B., wenn wir dem Befruchtungsvorgang bei den phylogenetisch jungen und artenreichen Pflanzenfamilien der Kompositen und Umbelliferen in der Natur nachfolgen, müssen wir zugeben, dass es sich hier hauptsächlich um Selbstbestäubung handelt. Desgleichen auch bei anderen Vielblütigen, deren Zahl aber gross ist.

V.

Abschliessendes.

Es war der Gedanke der Präpotenz der Kreuzbefruchtung in der Pflanzenwelt, der gleich nach dem eigentlichen Beginn der exakteren Fragestellung in der Blütenbiologie, seit Ende des 18. Jahrhunderts also, allmählich durchzudringen begann und zuletzt fast gänzlich die frühere Auffassung über eine Präpotenz der Selbstbefruchtung verdrängte. Die Pflanzenhybridologen der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts haben viel dazu beigetragen, die Auffassung von einer vorteilhafteren Wirkung der Kreuzbefruchtung im Vergleich zu der der Selbstbefruchtung zu befestigen, in der Blütenbiologie aber galt sie erst nach Darwin's und Delpino's Werken als bewiesen.

Dass aber tatsächlich die von Darwin zur Stützung der Knight-Darwin'schen Theorie aufgestellten Versuche nicht die nötige Beweiskraft haben, wurde oben ausgeführt. Auch hier, bei Darwin, gleich wie das bei Pflanzenhybridologen der Fall war, wurde dank der Methode wohl mehr im genetischen Sinne gearbeitet und erzielt.

Erst die Genetik, die so manches Problem der Blütenbiologie abgerungen hat, vermied die Anerkennung des Kreuzungsgesetzes im Sinne der Knight-Darwin'schen Theorie, während die Blütenbiologie selbst noch fest an dieser hält. Diklinie, Herkogamie, Dichogamie sind hier also diejenigen Erscheinungen der Morphe bei den Sexualorganen der Pflanzen, die erstens als Beweis für ein Kreuzungsgesetz schon seit Beginn der eigentlichen blütenbiologischen Probleme betrachtet werden. Als indirekte Beweise haben dann aber auch die Inzuchterscheinungen bei der Selbstbefruchtung und das Fehlen von Selbstfertilität bzw. die Selbststerilität der Pflanzen immer gegolten. Zuletzt wird das tatsächlich bei der Sammelarbeit der Insekten stattfindende Umfliegen der blühenden Pflanzenstöcke nacheinander den eben erwähnten Beweisen beigebracht.

Was nun aber die Sachlage in der Natur betrifft, so müssen wir erstens ausgedehnte Gebiete ausschliessen (wie die arktische und alpine Zone überhaupt, dann aber auch die Randzone des Artareals), wo nämlich bei einem Teil der Pflanzen (bei den Grenzpflanzen oder Limiphyten) Kreuzbefruchtung nicht stattfindet bzw. nicht stattfinden kann. Dass aber überhaupt in den Blüten, die der Auffassung nach als für eine Kreuzbefruchtung eingerichtet sind, die Selbstbefruchtung vor sich geht, mögen auch unsere Versuche zeigen. Dabei ist zu folgern, dass es an genügendem Parallelismus fehlt zwischen den verschiedenen Kreuzungsmitteln einerseits, und der Selbststerilität der Pflanzenarten, die mit solchen Mitteln ausgerüstet sind, andererseits. Solche «Kreuzungsmittel» in der Blüte sollen also anders gedeutet werden, nämlich von dem Standpunkte der Entwicklungsmechanik, ernährungsphysiologisch u. a. Dann haben auch die Schwankungen in der Dichogamie und Heterostylie eine bessere Erklärung.

Man sei trotzdem nicht gewillt, das Vorhandensein der Kreuzung bei den Pflanzen in der Natur zu verleugnen, oder ihre Bedeutung, falls sie sich vollzieht, gering zu schätzen. Doch ist der eigentliche Sinn der Kreuzbefruchtung auf einem anderen Gebiet zu suchen, nämlich in der Sippenbildung, nicht aber im alltäglichen Sexualhaushalt der Pflanze. Der Genetiker hat hier das Wort, nicht der Blütenbiologe, oder wenn auch, dann nur gelegentlich. In genetischer Hinsicht ist aber die Kreuzbefruchtung von gleicher Bedeutung für alle blütenbiologischen Gruppen: für die homogamen Pflanzenarten ebenso, wie für die herkogamen und dichogamen. Dass andererseits

durch Selbstbefruchtung bzw. Selbstfertilität die Konstanz der Charaktere und ihre Bewahrung zustande kommt, ist ja bekannt, und dies ist eben für alle blütenbiologischen Gruppen wichtig.

Benutzte Literatur.

1. Barrois, Theodore: Role des Insectes dans la fécondation des végétaux. Paris, 1886.
2. Baur, E.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Berlin, 1924.
3. Baur, E.: Einführung in die Vererbungslehre. Berlin, 1930.
4. Brieger, Fr.: Selbststerilität und Kreuzungssterilität. Berlin, 1930.
5. Camerarius, J. R.: Ueber das Geschlecht der Pflanzen (1694). Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, № 105.
6. Correns, C.: Selbststerilität und Individualstoffe. Biol. Zbl., 1913.
7. Darwin, Ch.: Die Fundamente zur Entstehung der Arten, Leipzig und Berlin, 1911.
8. Darwin, Ch.: The Origin of Species (1859), London, 1891.
9. Darwin, Ch.: The Various Contrivances by which Orchids are Fertilised by Insects (1862), London, 1899.
10. Darwin, Ch.: The Variation of Animals and Plants under Domestikation, (1868), I, II, London, 1921.
11. Darwin, Ch.: The Effects of Cross- and Self-Fertilization in the Vegetable Kingdom (1876), London, 1916.
12. Darwin, Ch.: The Different Forms of Flowers on Plants of the same Species (1877), London, 1892.
13. De Haan, H.: Length-Factors in *Pisum*. 1927. (Genetica, IX).
14. East, E. M.: Self-Sterility. S'-Gravenhage, 1929. (Bibliographia Genetica).
15. Federley, H.: Das Inzuchtproblem. Berlin, 1928 (Hdb. der Vererbungswiss.).
16. Focke, W. O.: Die Pflanzenmischlinge. Berlin, 1881.
17. Fritsch, K. v.: Ueber die „Sprache“ der Bienen. Jena, 1923.
18. Goebel, K.: Pflanzenbiologische Schilderungen. II, 2. Marburg, 1893.
19. Goebel, K.: Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig und Berlin, 1908.
20. Goebel, K.: Entfaltungsbewegungen der Pflanzen. Jena, 1924.
21. Goebel, K.: Organographie der Pflanzen. Jena, I, 1928; III, 1923.
22. Goldschmidt, R.: Einführung in die Vererbungswissenschaft. Berlin, 1928.
23. Günthart, A.: Prinzipien der physikalisch-kausalen Blütenbiologie. Jena, 1910.
24. Günthart, A.: Die Blütenbiologie der Alpenflora. Zürich, 1926. (In C. Schroeter's Pflanzenleben der Alpen).
25. Hayek, A.: Allgemeine Pflanzengeographie. Berlin, 1926.
26. Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, I—VII, München.
27. Hildebrand, Fr.: Die Geschlechter-Vertheilung bei den Pflanzen. Leipzig, 1867.
28. Jost, L.: Zur Physiologie des Pollens. 1905. (Ber. d. deutsch. bot. Ges.).
29. Kerner von Marilaun, A.: Pflanzenleben. II. Leipzig und Wien, 1898.

30. Kirchner, O. v.: Blumen und Insekten. Ihre Anpassungen aneinander und ihre gegenseitige Abhängigkeit. Leipzig und Berlin, 1911.
31. Kirchner, O. v.: Über Selbstbestäubung bei Orchideen. 1922. (Flora).
32. Klebs, G.: Ueber das Verhältnis der Aussenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Heidelberg, 1913.
33. Knoll, Fr.: Insekten und Blumen. Experimentelle Arbeiten zur Vertiefung unserer Kenntnisse über die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tieren. Wien, 1921—1926.
34. Knoll, Fr.: Untersuchungen über den Einfluss der künstlichen Isolierung auf die Fruchtbarkeitsverhältnisse bei *Phleum pratense* u. a. 1929. (Wissensch. Archiv für Landwirtschaft).
35. Knoll, Fr.: Bestäubung. Handwörterb. der Naturwiss., Zweite Aufl., I. Jena, 1930.
36. Knuth, P.: Handbuch der Blütenbiologie, I—III. Leipzig, 1898—1905.
37. Kölreuter, J. G.: Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen, nebst Fortsetzungen 1, 2 und 3. (1761—1766). Ostwald's Klassiker, № 41.
38. Kupffer, K. R.: Kölreuter's Methode der Art-Abgrenzung. 1905 (Acta Horti Botanici Universitatis Imperialis Jurjevensis).
39. Laibach, F.: Die Abweichungen vom „mechanischen“ Zahlenverhältnis der Lang- und Kurzgriffel etc. 1923 (Biol. Zbl., 43).
40. Loew, E.: Blütenbiologische Floristik des mittleren und nördlichen Europa sowie Grönlands. Stuttgart, 1894.
41. Loew, E.: Das Leben der Blüten. Eine Einführung in die Blütenbiologie auf historischer Grundlage. Berlin (1895).
42. Lehmann, E.: Selbsterilität und Heterostylie. Berlin, 1927 (Handb. d. Vererbungswiss.).
43. MacLeod, I.: De Pyreneënbloemen en hare bevruchting door insecten. Gent, 1891.
44. Malta, N. und Skuja, H.: Der Standort des *Cinclidotus danubicus* in der Daugava. Riga, 1928. (Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis).
45. Malta, N.: Übersicht der Moosflora des Ostbaltischen Gebiets II. Riga, 1930. (Acta Horti Bot. Univ. Latviensis).
46. Mendel, G.: Versuche über Pflanzenhybriden (1866, 1870). Ostwald's Klassiker, № 121.
47. Müller, H.: Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Leipzig, 1873.
48. Müller, H.: Die Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig, 1881.
49. Neger, Fr. W.: Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage. (Bionomie). Stuttgart, 1913.
50. Pastrana, M. D.: Sporogonesis and Sex Determination in *Begonia Schmidiana* (Amer. Jour. Bot., 1932, p. 365—384. Ref. 118 von E. Sansone in Resumptio Genetica, 1934, IX).
51. Sachs, J.: Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Leipzig, 1865.
52. Sachs, J.: Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860. München, 1875.
53. Schoenichen, W.: Biologie der Blütenpflanzen. Freiburg i. Br., 1924.
54. Schroeter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich, 1926.
55. Sprengel, Chr. K.: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. I—IV (1793). Ostwald's Klassiker, № 48.

56. Stäger, R.: Beobachtungen über das Blühen der einheimischen Phanerogamen. 1914 (Bot. Znttbl.).
57. Strassburger, E., Noll, Fr. u. a.: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Fünfzehnte Auflage. Jena, 1921.
58. Stout, A. B.: Sterility in Lilies (Journ. of Heredity, 1922, Vol. 13, p. 369—374).
59. Stout, A. B.: Dichogamy in flowering plants. New York, 1928. (Contributions from the New York Botanical Garden. No. 298).
60. Stout, A. B.: The inter-relations between vegetative propagation and seedreproduction. New York, 1931. (Contribution from the New York Botanical Garden. No. 318).
61. Ubisch, G. v.: Genetisch-physiologische Analyse der Heterostylie. S'Gravenhage, 1925. (Bibliographia Genetica, 2).
62. Uexküll-Gyllenband, M. v.: Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechterverteilung bei den Compositen. Stuttgart, 1901.
63. Zāmelis, A.: Über Entstehung neuer Sippen durch Monogenesis. Riga, 1931. (Acta Horti Botanici Univ. Latviensis).
64. Zāmelis, A.: Fruchtende *Lysimachia Nummularia* in Lettland. Riga, 1931. (Acta Horti Bot. Univ. Latv.)
65. Yasuda, Sadao: Physiological researches on the fertility in *Petunia violacea*. X, 1932 (Imperial College of Agriculture and Forestry, Morioka, Japan).
66. Yasuda, Sadao: Physiological research on self-incompatibility of *Petunia violacea*. 1934. (The Bulletin of the Imperial College of Agriculture and Forestry. No XX. Morioka, Japan).

Der vorliegende Beitrag enthält als Bestandteil auch meine, von A. Zāmelis u. A. schon früher als Manuskript erwähnte Arbeit: „Versuche über die Selbstfertilität von Pflanzen“.

Augu krustiskā apaugļošanās un pašapaugļošanās ziedu bioloģijā.

Eksaktā augu apaugļošanas pētniecība, kāda iespējama tikai pēc augu seksuālītātes noskaidrošanas, jau pašā sākumā nodarbināta gan ar tām ziedu morfas īpatnībām, ko ziedu biologi interpretē kā līdzekļus krustiskai apaugļošanai, gan arī ar krustiskās apaugļošanas parādībām pašām. *Cameraarius's* (1694) šķiro jau augus, lietojot tagadnes terminus, hermafroditiskos, monēciskos un diēciskos. — *Kölreuters* (1761—1766) devis pārskatu par ziedu apputekšņošanas veidiem, un šai pārskatā aprādīta zieda daļu resp. ziedu un ziedkopu savstarpējā novietojuma, vēja un kukaiņu nozīme apputekšņošanā, izpratis pie *Epilobium* un *Oenothera* dichogamiju, konstatējis pie krustoto augu pēcnācējiem dažas veģetatīvās īpašības, kas raksturo krustisko apaugļošanu par labvēlīgāku nekā pašapaugļošanu. Pie *Kölreuter'a* vērojama arī jau cieša hibridoloģisko un ziedu bioloģisko problēmu saistība. — *Sprengel's* (1793) analizējis tuvu pie 500 augu sugu no apputekšņošanas viedokļa ar kukaiņu palīdzību, uzrādīdams ziedu struktūrā īpatnības, kas noderīgas šādam apputekšņošanas veidam. Šādu īpatnību izveidošanos *Sprengel's* saista ar apputekšņotāju kukaiņu darbību cēloniski kā līdzekli un mērķi un tā liek pamatus oikoloģiskajai ziedu bioloģijai. Pie oikoloģiskā principa savos pētījumos pieturējušies arī 19. g. simteņa ievērojamie ziedu biologi. *Sprengel's* izteicis arī jau domas, ka daba laikam nevēloties, ka kāda puķe tiek apaugļota ar saviem pašas putekšiem. Līdzīgi spriedis 18. un 19. g. simtenim mijoties arī *Knight's*.

Tā sākot jau ar 18. g. simteņa beigām agrākais dabas pētnieku ieskats, ka augi apaugļojoties paši ar sevi, tika arvien vairāk atzīts par maldīgu, un tā vietā nodibinājās teorija, ka pie augiem pārsvarā krustiskā apaugļošanās. Tomēr līdz *Darwin'a* pētījumiem šī teorija nebija vēl vispār atzīta. *Darwin's* to pierādot eksperimentējis vairāk gadus ar divi serijām augu, kas abas nostādītas vienādos apstākļos: ar krustiski apaugļoto un ar pašapaugļoto augu pēcnācējiem, noskaidrodams un salīdzinādams šo augu garumu, smagumu, auglību (fertilitāti), nereti arī sēklu dīgšanas spēju, augu ziedēšanas periodus un vispār konstitucionālo izturību. Tabulā A sa-

vilkti garuma skaitļi tām 5 sugām pašapaugļoto augu, ar kurām mēģinājumi turpinājušies vairākas ģenerācijas, attiecinošos skaitļus pret 100 krustiski apaugļotiem. Tabula B rāda tāpat augu garuma skaitļus 10 sugām trīs serijās: pie pašapaugļoto, pie savā starpā krustoto un ar svaigu cilti krustoto vecāku pēcnācējiem, tabulā C doti auglības skaitļi pašapaugļoto augu pēcnācējiem, salīdzinājumā ar 100 krustiski apaugļoto pēcnācējiem. Vērojot šos skaitļus šķiet skaidrs, ka krustiskā apaugļošana augiem labvēlīgāka nekā pašapaugļošana. Tā būtu eksakti pierādīta K n i g h t'a-D a r w i n'a teorija. Tabulu skaitļus sīkāk analizējot tomēr izrādās vēl, ka pašapaugļoto vājākā attīstība vērojama tūlīt jau pirmajā ģenerācijā, vēlākajās šai serijai piederīgo augu inferioritāte tikai svārstās, bet nepalielinājas vairs, un ka ir arī tādas augu sugas, kuras pašapaugļošana nelabvēlīgi neietekmē. Ņemot visas 57 D a r w i n'a mēģinājumu sugas un apskatot tām augstuma skaitļus, var konstatēt, ka pie 25, t. i. 44% inferioritāte pie pašapaugļoto pēcnācējiem vai nu neparādās nemaz, vai tikai visai niecīgi.

Kritizējami arī mēģinājumi paši aiz sekojošiem iemesliem.

No sistēmatikas viedokļa D a r w i n'a mēģinājumu augi jāuzskata, kā to sevišķi rāda rezultāti pie tām sugām, ar kurām mēģināts vairākās ģenerācijās, par piederīgiem ģenētiski raibai populācijai. Mēģinājumos tad īstenībā izdarīta variētātu resp. rašu hibridizācija. — No metodes viedokļa iebilstams, ka nav salīdzināti savā starpā visi krustoto un pašapaugļoto augu pēcnācēji, kas bij izdīguši un auga, bet tikai nedaudzi garākie starp tiem. Salīdzinājumam ņemti arī tikai vienāda vecuma augi no krustoto un pašapaugļoto serijas, bet tā kā pēdējie nereti dīguši ātrāk nekā krustiski apaugļoto serijā, tad šie ātrāk dīgušie, kas piederēja gan pie spēcīgākajiem savā serijā, tikuši izplūkti tāpēc, ka tiem nebija tā paša vecuma partneru otrā serijā. Šī apzinīgā izlase ir tā tad atnesusi jaunu pašapaugļoto augu serijai. No salīdzinājuma izslēgtas arī garās (*hero-*) formas, kas pašapaugļoto serijā parādījušās vairākām tabulās minētām sugām vēlākajās ģenerācijās un kas uzskatāmas laikam par izskaldītām *gigas*-formām. No variāciju statistikas viedokļa iebilstams, kā to jau G a l t o n's aizrādījis D a r w i n'a m, ka nav bijis pietiekoši liels mēģinājuma eksemplāru skaits.

Lai kā, K n i g h t'a-D a r w i n'a teorija skaitījās ar šiem eksperimentiem par pierādītu. Tā labi iederēja arī D a r w i n'a dabiskās izlases teorijā. Kaut gan arī D a r w i n'a pašam bijis jāatzīst, ka vairākus svarīgus mēģinājumu rezul-

tātus un vērojumus (par augstajām formām, ziedu krāsu, heterostiliju u. c.) nav iespējams ar dabiskās izlases teoriju izskaidrot. Šādus rezultātus bij devusi Darwin'a metode, proti, hibridizācija. Arī šē, tāpat kā hibridologiem agrāk, sākot jau ar K ö l r e u t e r'u, šī metode devusi daudz materiāla, kuŗu iespējams interpretēt tikai ģenētiski. Šādas interpretācijas sākumus tad arī Darwin'a darbos atrodam. Tagad noskaidrots, ka visas tās īpašības, kuŗas Darwin's savos eksperimentos pētījis un vērojis, kā, piem., augu garums, auglība, ziedu krāsa, heterostilija u. c., ir iedzimtas un pieder ģenētikas novadam.

Ģenētika Knight'a-Darwin'a teoriju neatzīst, turpretim ziedu bioloģijā tā joprojām vēl atzīta. Par šīs teorijas resp. «krustošanas likuma» pierādījumiem uzskata dikliniju, herkogamiju, dichogamiju, netieši pierādījumi, šķiet, arī pašfertilitātes trūkums pie daudzām augu sugām resp. šo sugu pašsterilitāte, kā arī kukaiņu lidojumi no auga uz augu un ar tiem savienotais putekšu transports. Par dichogamiju jāsaka, ka lai ar' cik spilgta tā atsevišķā ziedā par sevi nebūtu, tomēr pie auga, kam reizē vairāki ziedi dažādās florācijas pakāpēs (kā tas tiešām čemurziežiem, kurvjziežiem u. c. dzimtām, kā arī kokaugiem vispār ir), dichogamija ziedu bioloģiski tiek eliminēta.

Jau H. Müller's (1873; 1881) rādījis, ka pie daudzām augu sugām ar tā sauktiem krustiskās apaugļošanās līdzekļiem ziedos tomēr iespējama arī autogamija. O. Kirchner's (1922) konstatējis autogamiju pie orchidācēju sugām, kuŗas skaitās par sevišķi labi piemērotām krustiskai apaugļošanai. 1924—1926 Rīgā, kādā privātā dārzā Tornakalnā, izdarīti mēģinājumi ar augu pašauglību (pašfertilitāti). Augu apputekšņošana ar saviem pašu putekšņiem šē netika izdarīta mākslīgi, nedz arī tie tika izolēti no kukaiņiem ar tīklu vai kādu citu izolācijas līdzekli, liekot tiem apaugļoties spontāni. Šādi paņēmieni, kuŗu nolūks ir novērst krustisko apaugļošanos, ne viens, ne otrs nav dabiski, tos var lietot gan ģenētikā, ziedu bioloģiskajos mēģinājumos tie nav lietojami. Šē kukaiņiem jāļauj ziedu aplidot, bet ja gribam droši novērst krustisko apaugļošanu, tad jāizolē nevis kukaiņi no augiem, bet augu sugas eksemplāri viens no otra vai nu ar pietiekoša attāluma palīdzību, vai arī ar laika starpu, neļaujot vairākiem eksemplāriem reizē ziedēt. Ar šādas metodes palīdzību iegūtie mēģinājumu rezultāti savilkti divi tabulās D un E, un tur redzams, ka pašapaugļošanās notiek arī pie tām augu sugām, kuŗas apzīmē par piemērotām krustiskai apaugļošanai. Tā starp 158 mēģinājumu sugām un formām 94 ir dichogamas, un starp pē-

dējām tikai 12, t. i., 12,8% nav devušas pašapaugļojumā sēklu. Bet bez sēklām palikušas arī 4 no 29 homogamām sugām, t. i. 13,6%.

Dabā ir lielāki apgabali, kur krustiskā augu apaugļošana nevar notikt un nenotiek, kā, piem., arktiskā un alpinā joslā, tāpat arī sugas areāla malējā joslā. Nemot šo, kā arī mēģinājumu rezultātus vērā, spriežams, ka «krustošanās līdzekļiem» ziedu struktūrās nav pietiekoša paralēlisma ar sugu pašsterilitātes parādībām. Tāpēc šādiem «krustošanas līdzekļiem» jārod citāds interpretējums, piem., no attīstības mehānikas vai no barošanās fizioloģijas viedokļa. Augu krustošanos dabā noliegt tomēr nevar, tāpat arī tās lielo nozīmi ne, sevišķi jaunu šķirņu (formu) izveidošanā. Šai novadā vārds pieder ģenētiķim, ne vairs ziedu biologam. Bet ģenētiski krustiskai apaugļošanai tikpat liela nozīme visās ziedu bioloģiskajās grupās: homogamās tikpat cik herkogamās un dichogamās. Tāpat visām šīm ziedu bioloģiskajām grupām svarīga arī pašapaugļošanās, kas, kā zināms, veicina īpašību konstances izveidošanos un uzglabāšanos.

On the Inheritance of Involucre Colour in *Helichrysum bracteatum* (Vent.) Willd.

By Zelma Dambekalns.

The experiments on the inheritance of involucre colour in the common Garden Everlasting, *Helichrysum bracteatum* (Vent.) Willd., were started in the Botanic Garden of the University of Latvia in Riga in the spring of 1934, upon the initiative and under the guidance of Mr. A. Zamelis, in order to obtain material for exercises and lecture demonstrations in genetics for students.

Seeds required for this purpose have been received from several Botanic Gardens¹⁾ and seedsmen. Very heterozygous plants were usually obtained from the seeds sent by the Botanic Gardens.

The wild specimens of *Helichrysum bracteatum* (native in Australia) have usually *yellow* involucre. In seedsmen's catalogues are offered more than 10 colour forms, such as *yellow*, *lemon*, *orange*, *white* (v. *album* hort.), *tipped with red* (v. *bicolor* hort.), *dark scarlet* (v. *atrococcineum* hort.), *dark blood-red* (v. *atrosanguineum* hort.), *rose* (v. *roseum* hort.), *violet*, *purple*, *salmon*, *brown* etc. Because the number of the garden forms was larger than 10, the number of the colour genes n (from $2^n =$ number of homozygous combinations of n -hybrid) would not be smaller than 4.

In the course of the self-pollinations and the cross-pollinations²⁾ a strongly marked self-incompatibility was found among *Helichrysum bracteatum*. For instance, the cross-pollination ♀ 103 *Riga white* × ♂ 87 *Praha orange* gave only 66 coloured individuals, namely 35 *gold* and 31 *rose* or *rose with a white middle*, but no *pure white*.

¹⁾ I am very much obliged to the Directors of the Botanic Gardens of Bonn, Bremen, Bruxelles, Cluj, Frankfurth am Main, København, Leningrad, Leyde, München, Praha, Tübingen, Warszawa and Wilno for their kindness in sending the seeds.

²⁾ The emasculation of flowers was not made.

A biochemical and genetical study of involucre colour in *Helichrysum bracteatum* has not yet been carried out. The chromosome number also is not known.

In this paper can be given only a summary of the results obtained in the study of the inheritance of *white* and *yellow* colours, on the 2 028 specimens, obtained in the spring of 1935 from seeds of 24 cross-pollinations*), made in the summer of 1934.



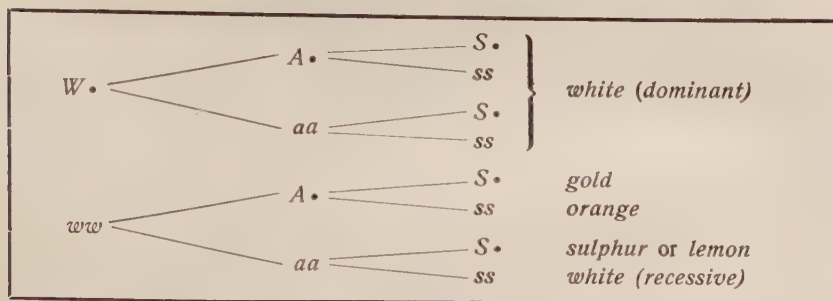
Fig. 1. A part of the *Helichrysum bracteatum* plantation in the Botanic Garden of the University of Latvia in Riga in the summer of 1935. Photograph by N. Bālenš.

For interpretation of the results may be assumed the following 3 genes:

- S:** "*Sulfureus*" — a basic gene for the production of sulphur pigment (?apigenin); gives *sulphur*, *lemon* or *ivory*; in presence of **A**, gives *gold*; its absence (*ss*), in absence of **A**, results in *white* (*recessive*);
- A:** "*Aurantiacus*" — a basic gene for the production of orange pigment; gives *orange*; in presence of **S**, gives *gold*; its absence (*aa*), in absence of **S**, results in *white* (*recessive*);
- W:** "*White*" — a gene inhibiting the production of *sulphur* and *orange* pigments (not anthocyanins!); gives *white* (*dominant*); epistatic to **S**, **A** and **SA**.

*) The emasculation of flowers was not made.

The co-operation of these genes may be represented in the scheme below.



The scheme of the co-operation of the genes for *white* and *yellow* involucre colours in *Helichrysum bracteatum*.

A good illustration of the co-operation of the genes *W*, *A* and *S* showed the hybrid segregation in the following crosses.

1. The dihybrid segregation of the genes *A* and *S*.

The cross Nr. 28 *Frankfurth am Main*

♀ *gold* (*wwAaSs*) × ♂ *gold* (*wwAaSs*).

Colour	<i>Gold</i>	<i>Orange</i>	<i>Sulphur</i>	<i>White (rec.)</i>	Total
Constitution	<i>A•S•</i>	<i>A•ss</i>	<i>aaS•</i>	<i>aass</i>	n
Observed	65	26	29	7	127
Expected	71,4375	23,8125	23,8125	7,9375	127
Deviation	-6,4375	+2,1875	+5,1875	-0,9375	0
Ratio	9	3	3	1	16

Genes	<i>A•</i>	<i>aa</i>	<i>S•</i>	<i>ss</i>	n	M
Observed	91	36	94	33	127	
Expected	95,25	31,75	95,25	31,75	127	
Deviation	-4,25	+4,25	-1,25	+1,25	0	± 4,8799
Ratio	3	1	3	1	4	

$$\text{Probable error } M = \pm \sqrt{\frac{p(n-p)}{n}}$$

	<i>AS</i>	<i>As</i>	<i>aS</i>	<i>as</i>
<i>AS</i>	<i>AASS</i> ⊕ <i>gold</i>	<i>AASs</i> ⊕ <i>gold</i>	<i>AaSS</i> ⊕ <i>gold</i>	<i>AaSs</i> ⊕ <i>gold</i>
<i>As</i>	<i>AAaS</i> ⊕ <i>gold</i>	<i>AAss</i> ● <i>orange</i>	<i>AaSs</i> ⊕ <i>gold</i>	<i>Aass</i> ● <i>orange</i>
<i>aS</i>	<i>aASS</i> ⊕ <i>gold</i>	<i>aASs</i> ⊕ <i>gold</i>	<i>aaSS</i> ○ <i>sulphur</i>	<i>aaSs</i> ○ <i>sulphur</i>
<i>as</i>	<i>aAsS</i> ⊕ <i>gold</i>	<i>aAss</i> ● <i>orange</i>	<i>aasS</i> ○ <i>sulphur</i>	<i>aass</i> • <i>r. white</i>

The scheme of the dihybrid segregation of the genes *A* and *S*.

2. The trihybrid segregation of the genes *W*, *A* and *S*.

The cross Nr. 6 *Bruxelles*

♀ *dom. white (WwAaSs)* × ♂ *dom. white (WwAaSs)*.

Colour	Gold	Orange	Sulphur	White	(<i>rec.</i>)	(<i>dom.</i>)	Total
Constitution	<i>wwA.S.</i>	<i>wwA.ss</i>	<i>wwaaS.</i>	<i>wwaass</i>	<i>W.....</i>	<i>n</i>	
Observed	6	2	2	33	—	—	43
Expected	6,046875	2,015625	2,015625	32,921875	(0,671875)	(32,250000)	43
Deviation	-0,046875	-0,015625	-0,015625	+0,078125	—	—	0
Ratio	9	3	3	49	(1)	(48)	64

Genes	<i>W.</i>	<i>ww</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>A.</i>	<i>aa</i>	<i>S.</i>	<i>ss</i>	<i>n</i>	<i>M</i>
"Observed"	32	11	43		8	3	8	3	11	
Expected	32,25	10,75	43		8,25	2,75	8,25	2,75	11	
Deviation	-0,25	+0,25	0	±2,84	-0,25	+0,25	-0,25	+0,25	0	±1,43
Ratio	3	1	4		3	1	3	1	4	

	<i>WAS</i>	<i>WAs</i>	<i>WaS</i>	<i>Was</i>	<i>WAS</i>	<i>WAs</i>	<i>waS</i>	<i>was</i>
<i>WAS</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>
<i>WAs</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>
<i>WaS</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>
<i>Was</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>
<i>wAS</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	⊕ <i>gold</i>	⊕ <i>gold</i>	⊕ <i>gold</i>	⊕ <i>gold</i>
<i>wAs</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	⊕ <i>gold</i>	● <i>orange</i>	⊕ <i>gold</i>	● <i>orange</i>
<i>waS</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	⊕ <i>gold</i>	⊕ <i>gold</i>	○ <i>sulphur</i>	○ <i>sulphur</i>
<i>was</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	• <i>d. white</i>	⊕ <i>gold</i>	● <i>orange</i>	○ <i>sulphur</i>	• <i>r. white</i>

The scheme of the trihybrid segregation of the genes *W*, *A* and *S*.

3. The dihybrid segregation of the genes *W* and *S*.*)

The cross Nr. 99 *Riga*

♀ *dom. white* (*WwaaSs*) × ♂ *dom. white* (*WwaaSs*).

Colour	Sulphur	White	(rec.)	(dom.)	Total	Prob. error
Constitution	<i>wwaaS</i> •	<i>wwaass</i>		<i>W•aa</i> ••	n	M
Observed	28	112	—	—	140	
Expected	26,25	113,75	(8,75)	(105,00)	140	
Deviation	+1,75	—1,75	—	—	0	± 4,6
Ratio	3	13	(1)	(12)	16	

	<i>WaS</i>	<i>Was</i>	<i>waS</i>	<i>was</i>
<i>WaS</i>	 <i>d. white</i>	 <i>d. white</i>	 <i>d. white</i>	 <i>d. white</i>
<i>Was</i>	 <i>d. white</i>	 <i>d. white</i>	 <i>d. white</i>	 <i>d. white</i>
<i>waS</i>	 <i>d. white</i>	 <i>d. white</i>	 <i>sulphur</i>	 <i>sulphur</i>
<i>was</i>	 <i>d. white</i>	 <i>d. white</i>	 <i>sulphur</i>	 <i>r. white</i>

The scheme of the dihybrid segregation of the genes *W* and *S*.

4. The monohybrid segregation of the gene *W*.

The cross Nr. 8 *Bonn*

♀ *dom. white* (*WwaaSS*) × ♂ *dom. white* (*WwaaSS*).

Colour	White (dom.)	Sulphur	Total	Probable error
Constitution	<i>W•aaSS</i>	<i>wwaaSS</i>	n	M
Observed	32	11	43	
Expected	32,25	10,75	43	
Deviation	—0,25	+0,25	0	± 2,84
Ratio	3	1	4	

5. The monohybrid segregation of the gene *S*.

The cross Nr. 16 *København*

♀ *sulphur* (*wwaaSs*) × ♂ *sulphur* (*wwaaSs*).

Colour	Sulphur	White (rec.)	Total	Probable error
Constitution	<i>wwaaS</i> •	<i>wwaass</i>	n	M
Observed	65	25	90	
Expected	67,5	22,5	90	
Deviation	—2,5	+2,5	0	± 4,1
Ratio	3	1	4	

*) The epistatic segregation in ratio 13:3 is typical for Fowls, for instance, for F₂ of the cross between the *dominant white* Leghorns and the *recessive white* Wyandottes.

The cross ♀ 103 *Riga white* × ♂ 50 *Tübingen sulphur* gave only 69 *white*.

The genes, similar to *S* and *A*, probably occur also in *Helichrysum arenarium* (L.) DC.

References.

Matsuura, H., 1933: A bibliographical monograph on plant genetics (Genic Analysis) 1900—1929. Second edition. Sapporo, XX+787 p.

Scott-Moncrieff, Rose, 1936: A Biochemical Survey on some Mendelian Factors for Flower Colour. *Journal of Genetics* 32, p. 117—170.

Helichrysum bracteatum (Vent.) Willd. vīkala krāsas iedzimtība.

Zelma Dambekalns.

Kopsavilkums.

Parastām dārza salmenēm, *Helichrysum bracteatum* (Vent.) Willd., konstatēta stipri izteikta pašneauglība.

Atrasti vairāki vīkala krāsas ģeni. Raksta aplūkoti 3:

S — sēra krāsas ģens, tam iztrūkstot (*ss*) vīkals balts, ar *A* dod zelta krāsu;

A — oranžu krāsas ģens, tam iztrūkstot (*aa*) vīkals balts, ar *S* dod zelta krāsu;

W — ģens, kas neļauj izveidoties sēra un oranžu krāsām, vīkals balts.

Šo ģenu sadarbība izpētīta 24 krustojumos ar 2 028 īpatņiem un izpaužas vīkala krāsā šādi:

<i>W</i>	balta (dominanta),
<i>ww A. S</i> .	zelta,
<i>ww A. ss</i>	oranžu,
<i>ww aa S</i> .	sēra,
<i>ww aa ss</i>	balta (recesīvā).

Pētījumi izdarīti Latvijas Universitātes Botaniskā dārzā doc. A. Zāmeļa vadībā.

Paziņojums.

L. U. Botaniskā dārza rakstu gada sējums sastāv no trīs daļām, ko publicē pēc iespējas atsevišķi, vai pa divām jeb visām trim kopā.

Sējuma maksa Ls 6,—. Daļa, ja tā atsevišķi dabūjama, maksā Ls 2,—.

Visus uz Rakstiem attiecošos sūtījumus lūdzu adresēt L. U. Botaniskā dārza direktoram, Alberta ielā № 10, Rīgā.

Announcement.

The Annual Volume of the Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis consists of three parts which are published as material is available, and of which two or all three parts may be issued together.

The Price of the Annual Volume is six lats (gold francs) the price of each part, if issued separately, two lats.

All communications relating to the Acta should be addressed to The Director, Botanic Garden of the University of Latvia, Alberta ielā 10, Riga, Latvia.

